



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica

# **ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR "SATE" QUE MEJORA EL RENDIMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO**

Life-cycle assessment insulation system on the outside "A SATE", which improves the thermal performance of the building envelope



**MASTER TECNOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE**  
**"PROYECTO FINAL DE MASTER"**  
**2016**

**Carolina MEIRE MONTAÑA**  
**TUTOR: D Fco. Javier López Rivadulla**



# Índice

	Página
<b>1.INTRODUCCIÓN A LA TEMÁTICA</b>	6
1.1. Relación entre la eficiencia energética y la envolvente del edificio	8
1.2. La necesidad de la Rehabilitación	11
1.3. En qué consiste el SATE	12
1.4. ACV como herramienta clave	13
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	15
2.1. Historia del Análisis de Ciclo de Vida	15
2.2. Aspecto Ambiental	21
2.3. Impacto ambiental	21
2.4. Tipos de estudio de ACV	22
2.5. Conceptos Clave ACV	22
2.6. Fases de un ACV	23
<b>3. MARCO NORMATIVO</b>	25
<b>4. OBJETIVOS</b>	27
4.1. Objetivos	27
4.2. Alcance	27
4.3. Descripción del Sistema	28
4.4. Límites del Sistema	29
4.5. Análisis de inventario	29
<b>5. METODOLOGÍA APLICADA</b>	31
5.1. Metodologías de Evaluación de Impactos	31
5.1.1. Metodología ILCD 2011	32
5.1.2. Metodología CML 2001	34
5.2. Explicación del Software GaBi Profesional	35

5.2.1. Planos	36
5.2.2. Procesos	36
5.2.3. Flujos	37
5.3. Trabajando con GaBi	38
5.3.1 Creación de planos según etapas.	38
a. CV de vida de la fabricación del SATE	39
b. CV del SATE desde la fábrica hasta la obra	41
c. Proceso de fin de vida	43
5.3.2. Comparativa a 3	44
5.3.3. Ciclo de Vida Total del Sistema Constructivo.	45
<b>6. RESULTADOS</b>	46
6.1.Resultados del CV de vida de la fabricación del SATE	46
6.1.1 ILCD 2011	46
6.1.2 CML 2001	52
6.2. Resultados CV del SATE desde la fábrica hasta la obra	57
6.2.1 ILCD 2011	57
6.2.2 CML 2001	57
6.3. Resultados de Proceso de fin de vida	58
6.3.1. CML 2001	58
6.3.2. ILCD 2011	58
6.4. Resultados Comparativa a 3	59
6.4.1. CML 2001 e ILCD 2011	59
6.5. Resultados del Ciclo de Vida Total del Sist. Constructivo.	60
6.5.1. ILCD 2011	60
6.5.2. CML 2001	66
<b>7. DISCUSIÓN</b>	73
<b>8. CONCLUSIONES</b>	74
8.1.Sugerencias para Futuras Investigaciones y mejoras	76

<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	77
<b>10. AGRADECIMIENTOS</b>	79
<b>11. ANEJOS</b>	80
11.1. Anejo I GaBi Education Licence	81
11.2. Anejo II Certificado GaBi (Instituto Superior de Medioambiente)	82
11.3. Anejo III Ficha Técnica Sistema Weber. Therm acoustic	83

# 1. INTRODUCCIÓN A LA TEMÁTICA

Delante de un escenario preocupante donde la contaminación y degradación de los ecosistemas junto con el agotamiento de los recursos y el calentamiento global del planeta, son algunos ejemplos de los grandes problemas ambientales que en las últimas décadas, mayor urgencia y preocupación han suscitado en los organismos nacionales e internacionales. Además de la Especialmente grave constatación por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático) de que el calentamiento global es inequívoco.

A partir de 1987, fecha en que se publicó el informe Brundtland elaborado para la ONU y se utilizó por primera vez el término “desarrollo sostenible”, definido como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” (1), la protección ambiental ha pasado a convertirse en una necesidad global y crece la urgencia por incorporar a todos nuestros procesos productivos los principios de sostenibilidad.

En el momento actual somos conscientes de que la actividad humana está coadyuvando a un cambio climático y a el deterioro ambiental en nuestro planeta, ya desde la Cumbre de Río de Janeiro de 1992 que marcó un hito histórico en cuanto al compromiso internacional en el ámbito de la protección del medio ambiente.( 2)

Y en esa misma línea, el Protocolo de Kioto (1997) que promueve el desarrollo sostenible e invita a todas las partes a aplicar políticas y medidas de protección en contra de gases de efecto invernadero. Los compromisos asumidos por la Unión Europea para su cumplimiento conjunto por todos los Estados miembros, requieren de acciones importantes en el campo de la edificación y la construcción de ciudades porque los sectores difusos de la edificación y el transporte urbano constituyen una de las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. (3)

Por lo tanto, cada vez la conciencia de proteger el ecosistema es más evidente en la comunidad internacional, como lo ponen de manifiesto las iniciativas y compromisos políticos y legales para la protección de los recursos y del medio ambiente. En el ámbito de la Unión Europea (UE), por su relevancia cabe mencionar las Comunicaciones de la Comisión COM (2002) 88, sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC).

Y poniendo la vista en el horizonte 2020 donde las normativas pretenden.

- Recortar las emisiones de CO2 un 20%
- Mejorar la eficiencia un 20%
- Y aumento de renovables un 20%

Además de definir el concepto de, edificio de energía casi nulo(ECCN) (NZEB) para el 2018 para todos los edificios públicos

Y para el 2020 para cualquier tipo de obra privada.(España aun tiene este concepto sin definir)

En Europa las principales tendencias y líneas de actuación, que se emplean para conseguir ECCN, vienen definidas en el Set Plan TechnologyMap (Mapa tecnológico de en el que se describe el estado del arte, barreras y prioridades de investigación en el ámbito de la energía de Europa ) Y dd los aspectos más relevantes que se abordan son:

- 38% del consumo de energía está asociado al sector de la construcción
- Es preciso un método de estricto de evaluación el rendimiento energético del edificio:
  - Que permita calificar el edificio por su consumo en funcionamiento
  - Que permita comparar el consumo en funcionamiento con el consumo de diseño
  - Que aporte información a herramientas de diseño para construir y renovar edificios.
- El principal foco en la reducción del consumo energético de los edificios debe estar en el aislamiento y en segundo lugar en los equipamientos
- Nuevos materiales y compuestos ofrecen la oportunidad de reducir el consumo de energía en los edificios.
  - Fachadas, tejados y suelos: transmitancias 0,1-0,15 w/m<sup>2</sup>K
  - Vidrios dobles y triples, films y recubrimientos pueden reducir las el consumo un 40% por superficie acristalada.
  - Dispositivos de sombreado
  - Aislamiento en tejados
  - Mejorar la estanqueidad del edificio
- Prioridades de investigación
  - Renovaciones integrales para reducir el consumo energético
  - Formación a arquitectos y diseñadores en herramientas y soluciones que permitan obtener edificios de bajo consumo
  - Nuevas técnicas de diseño de los edificios: herramientas de cálculo y verificación (testeo)
- Necesidad de la Estandarización de métodos de cálculo y simulación

Nos encontramos ante la necesidad minimizar el consumo energético de edificios, y para ello se hace necesario centrar nuestra atención en la eficiencia energética de nuestras construcciones, actuando sobre la envolvente, las instalaciones, los sistemas de control y las técnicas de simulación energética.

"Se hace obvio pensar que necesitamos un cambio, una evolución."

La protección ambiental ha pasado a convertirse en una necesidad global y crece la urgencia por incorporar a todos nuestros procesos productivos los principios de sostenibilidad. La construcción es responsable de la utilización indiscriminada de recursos no renovables y de una importante fuente de residuos y contaminación para el aire, el suelo y el agua. Según

datos de la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (4), el entorno edificado, representa un consumo de energía del 25 al 40%, una carga de residuos sólidos del 30 al 40% y una carga de emisión de gases de efecto invernadero del 30 al 40%.

Desde el punto de vista de la construcción se afronta el reto de la sostenibilidad desde una posición complicada; en la que la industria de la construcción mundial consume el 40% de los materiales que forman parte de la economía global y a la vez genera, entre el 40 y el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero y de agentes causantes de la lluvia ácida, lo que convierte a este sector en una de las actividades menos sostenibles del planeta 5(2). Por lo tanto es evidente que los planteamientos deben cambiar y el papel que debe desempeñar el sector de la construcción es crucial en ese proceso de cambio. Hacia la edificación sostenible, es decir aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética de un edificio durante todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño y construcción, hasta su fase de mantenimiento y derribo. Donde los objetivos principales son la adecuación ambiental y la eficiencia energética.



Imagen 1.1 Jornadas Edificación Sostenible en España 2003.

Elisabet Viladomiu Marnet - Institut Cerdà.

Dato importante es que El mayor impacto ambiental que es producido por los edificios se genera durante su fase de uso y está ocasionado principalmente por el gasto energético relacionado con su acondicionamiento térmico(5). Por ello un factor clave para reducir el impacto ambiental es aumentar la eficiencia energética del edificio.



## 1.1 Relación entre la eficiencia energética y la rehabilitación de la envolvente

La importancia de la eficiencia energética se manifiesta en la cantidad de campos en los que interfiere y a su vez en la influencia de los mismos en la sociedad. A saber;

- Ahorros económicos: El consumo eficiente de la energía provoca una disminución significativa de las facturas de luz o gas, con el ahorro monetario que ello conlleva.
- Ventajas medioambientales: Cualquier disminución de consumo conlleva la reducción de emisiones para la creación de esta energía, consiguiendo beneficios medioambientales. La energía más limpia es la que no se consume.

Por lo tanto los Objetivos: de la Eficiencia energética son la Conservación y ahorro energético; control del calor generado en el ambiente construido y en el entorno. E incluso la generación de la propia energía consumida o parte de ella por fuentes renovables.

Sin duda alguna unos de los puntos clave más importantes de actuación para lograr una mayor eficiencia energética es el aislamiento térmico de la envolvente.

Las estrategias basadas en la envolvente térmica de un edificio constan de un gran potencial, ya que ésta se compone de todos los cerramientos, horizontales y verticales, los huecos y los puentes térmicos del edificio. Es decir, separa todos los espacios interiores habitables del exterior. Entendiéndose por ambiente exterior tanto el aire exterior, como el terreno o u otro edificio adosado.

La **envolvente térmica** de los edificios se compone de:

1. **Cerramientos opacos:** muros, suelos y cubiertas. Donde la superficie más extensa a tratar son los muros (más adelante nos detendremos en este tema como el objeto de este trabajo, el aislamiento térmico)
2. **Huecos:** vidrios y marcos.
3. **Puentes térmicos.**

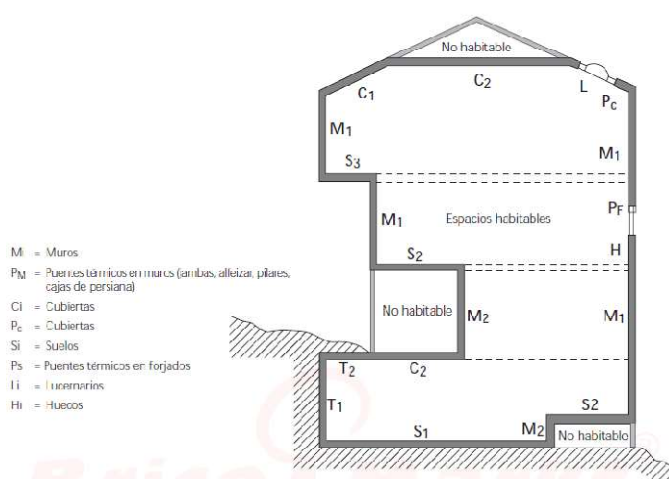


Imagen 1.2 CTE

Por otro lado, la demanda energética, se define como la energía útil necesaria que deben aportar los equipos de calefacción y refrigeración, para mantener unas condiciones adecuadas de confort térmico en el interior del edificio. Dicha demanda dependerá del perfil de uso del mismo, y de la zona climática donde se ubique, y por lo tanto del intercambio de calor que se produzca con el ambiente exterior, a través de la envolvente, por lo que un buen diseño y ejecución de la misma, permitirá un ahorro efectivo en el consumo de energía, mejorando la eficiencia energética del edificio.

Por supuesto tener en cuenta todas estas medidas desde una fase temprana como la de diseño, cuando nos encontramos trabajando en obra nueva, es la situación ideal, sin embargo hay que poner solución al gran parque inmobiliario existente a día de hoy en España que necesita la rehabilitación térmica de sus edificios.

Centrándonos en los cerramientos opacos y más concretamente en las fachadas son numerosas las estrategias empleadas para la reducción de consumos energéticos y cabe destacar el potencial que ofrece un buen aislamiento

Procedimientos habituales para la rehabilitación térmica de las fachadas:

- Rehabilitación de fachadas con sistema de aislamiento térmico por el exterior. Sistema SATE-ETICS
- Rehabilitación de fachadas por el exterior mediante la incorporación de una fachada ventilada.
- Rehabilitación de fachadas medianeras con aislamiento térmico proyectado
- Rehabilitación de fachadas mediante la inyección en la cámara de aislamiento térmico
- Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico por el exterior.



Imagen1. 3. Termografía de una Vivienda Unifamiliar. Wikipedia

## 1.2 La necesidad de la Rehabilitación

“El aumento de eficiencia en el parque edificado es la única fuente de reducción de emisiones, puesto que la eficiencia energética en la nueva edificación sólo coadyuva a reducir el incremento de emisiones del sector, pero no a disminuirlo” (6)

El sector de la construcción es una actividad de trascendental importancia para las sociedades desarrolladas modernas que requiere, en todo momento, de un conocimiento específico de sus necesidades y de la adaptación de las intervenciones a estas necesidades. La rehabilitación del patrimonio construido, en estos momentos, es una de las actividades fundamentales del sector de la construcción. La rehabilitación entendida como la actividad que incluye la preservación del patrimonio arquitectónico, la rehabilitación de edificios antiguos, la rehabilitación de las áreas urbanas edificadas en los años 60, 70 y 80, así como la reparación de los daños de los edificios de construcción más reciente cuya durabilidad en buen estado se constata que es claramente inferior a los períodos de amortización.

“Más del 70% del parque inmobiliario español fue construido antes del año 1979, año que entró en vigor la NBE-CT-79, por lo que la calidad y el diseño de las infraestructuras energéticas se presume baja en la mayor parte de ellas”( 7). Todas estas ausencias verificadas en el CTE a cerca del abordaje de criterios de sostenibilidad evidencian la falta de un marco global para el sector, un marco claro que permita la definición de objetivos y estrategias que puedan ser alcanzadas. Sin embargo existen carencias que deben necesariamente incluirse en las normas para alcanzar una edificación sostenible y eficiente.

Es necesario insistir que para que España logre cumplir con los compromisos de reducción de los Gases de Efecto Invernadero, tendrá que implementar más recursos y esfuerzos que logren un mayor porcentaje energético procedente de las energías renovables y deberá fomentar y universalizar una arquitectura bioclimática, mediante el uso de aislamientos térmicos adecuados y universalizar la implantación de la certificación energética de los edificios. Es preciso, en definitiva, universalizar una mejora del rendimiento energético de los edificios.

### **1.3 En qué consiste un SATE**

Los sistemas SATE (Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior), también conocidos como ETICS a nivel Europeo, siglas de External Thermal Insulation Composite Systems, están formados por varios elementos que combinados dan como resultado una solución constructiva con un excelente aislamiento térmico al proporcionar al edificio una envolvente continua que minimiza las pérdidas energéticas del mismo. Este sistema consiste en la colocación de un material aislante adherido al muro habitualmente por fijación mixta mediante adhesivo y fijación mecánica.

Una solución de fachadas tipo SATE es apta para cualquier tipo de proyecto ya sea de nueva construcción o de rehabilitación, así como para viviendas unifamiliares o edificios de vivienda colectiva.

El cambio estético y saneamiento de estos edificios es impresionante, pero no debemos quedarnos sólo en el revestimiento final ya que la elección del aislamiento es fundamental para maximizar los beneficios de este sistema, y por tanto requiere un estudio previo.

El aislamiento es el motor del ahorro energético en edificación, que debe estar ligado al uso de materiales de bajo impacto ambiental y que aporten los máximos beneficios posibles.

Como mejor opción para el estudio nos decantamos por el sistema SATE Weber.therm Acoustic

El aislante se protege con un revestimiento que se aplica directamente sobre las placas aislantes y que está constituido por dos capas de mortero entre las cuales se coloca una malla de refuerzo. El sistema SATE debe contar con el Documento de Idoneidad Técnica Europeo DITE

El proceso de Instalación es el siguiente:

- Sobre la Fachada existente se coloca el aislamiento que consiste en las planchas de poliestireno expandido
- Estas planchas se fijan al muro soporte mediante morteros adhesivos y tacos de plástico de gran resistencia mecánica y sin deterioro por oxidación
- Sobre las planchas de aislamiento se aplica un mortero de refuerzo y alisado en la superficie, denominado capa base.
- Sobre la capa base se aplica un revestimiento decorativo coloreado. Dicho revestimiento es impermeable y transpirable.
- El material de acabado final será un mortero acrílico que también es impermeable y transpirable

Como ventajas Generales, **además de la rehabilitación térmica:**

- Posibilita el cambio de aspecto de la fachada del edificio. Suponiendo una mejora estética del mismo
- Corrige grietas y fisuras del soporte evitando posibles filtraciones.
- Tiene bajos costes de mantenimiento
- Aumenta la vida útil del edificio y el valor de la propiedad
- Evita trabajos en el interior
- No se reduce el espacio útil
- Es aplicable a cualquier tipo de fachada. El proceso de instalación es relativamente rápido.

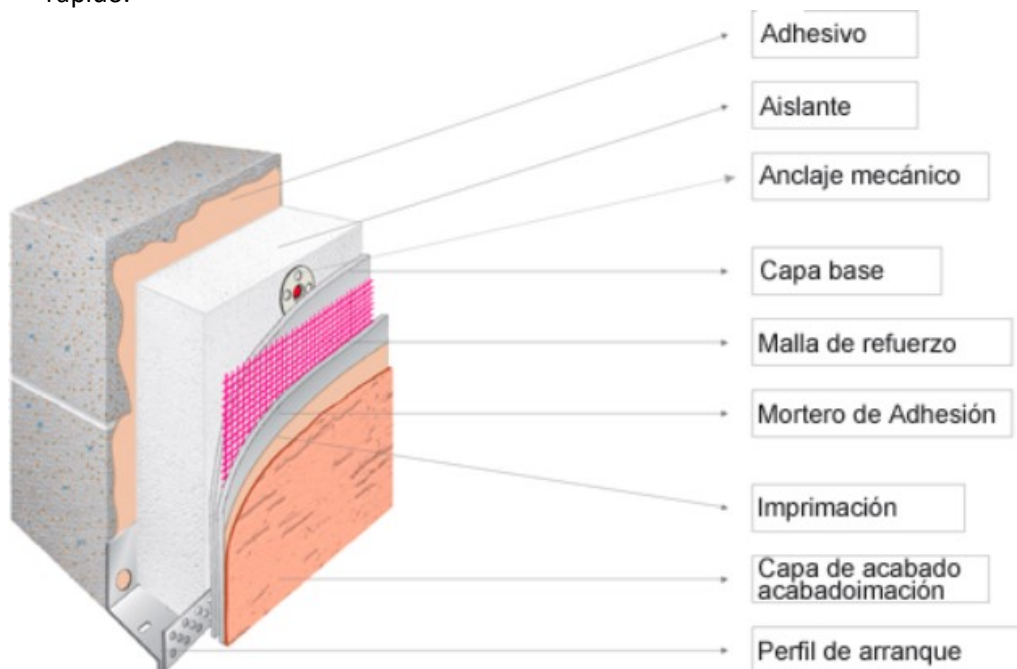


Imagen 1.4 Configuración de un sistema SATE.

[www.caloryfrio.com](http://www.caloryfrio.com)

#### 1.4 El Análisis de Ciclo de Vida - ACV como herramienta clave

Es imprescindible que la construcción llegue a ser sostenible y para ello ha de estar basada no solo en la correcta gestión de residuos y conservación de la energía, sino también en el uso sostenible de los recursos naturales.

Para ello sería clave y necesario incorporar mecanismos de cuantificación y de prevención de los impactos producidos por el empleo de diferentes soluciones constructivas teniendo en cuenta todo el ciclo de vida.

“Si se concibe el edificio como un sistema completo que utiliza energía y materiales a lo largo de su ciclo vital, el análisis debería empezar con la extracción de materias primas empleadas en la construcción, incluir su transporte y colocación, y luego, al final de la vida del edificio, cuando se derribe, debería tenerse en cuenta como se dispersan los materiales y se vuelven a utilizar”. (8)

Uno de los aspectos claves en todo proceso constructivo es el diseño del edificio, ya que durante esta fase, se deben tomar múltiples decisiones que afectan al resultado final y así mejorar los resultados medioambientales. El diseño es una fase singularmente crucial para la incorporación de medidas que fomenten la sostenibilidad, ya que determina y condiciona las actividades que se desarrollaran posteriormente (9).

El proyectista debe ser capaz de controlar adecuadamente la elección de los materiales y de las soluciones constructivas empleadas en su proyecto (10), para ello ha de considerar una serie de variables que le obligan a tomar decisiones en la fase de diseño que afectaran a la viabilidad del producto y al resultado final.

Sería de gran ayuda poder identificar y evaluar los impactos ambientales antes de que se produzcan, por ejemplo, disponiendo de bases de datos de materiales y de soluciones constructivas catalogadas y valoradas según criterios de sostenibilidad reconocidos.

En España, se comenzó desarrollando bases de datos de materiales de construcción sostenibles. Ahora bien, la forma en que se obtiene la puntuación medioambiental en estas bases de datos no está basada en ningún método científico ampliamente aceptado, y los materiales son estudiados como elementos individuales, y no como elementos que trabajan conjuntamente para realizar una cierta función en una solución constructiva, lo que podría conducir a una decisión errónea al utilizar un material que por sí solo tiene un buen comportamiento ambiental, pero que requiere la utilización de otros materiales más perjudiciales para formar parte de una solución constructiva. Además el impacto medioambiental de una solución constructiva no solo depende de los materiales de que se compone, sino también del proceso de construcción, de los requerimientos de mantenimiento, de la longevidad de la solución y sus componentes, de la distancia de los suministradores a la obra, etc. Es decir, que la evaluación medioambiental de soluciones constructivas requiere de una metodología con rigor científico.

Entre las metodologías aceptadas por la comunidad científica para evaluar el impacto medioambiental, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) resulta ser la más idónea por tratarse de un procedimiento analítico centrado en la evaluación del ciclo de vida completo de un proceso o producto, que trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de

todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final . Además el ACV está regulado por las normas, las Normas ISO 14000 ya que proponen un patrón global de certificación e identificación de productos y servicios en el segmento ambiental incorporando el ACV, siendo las más difundidas: ISO 14040 de 1998 – Gestión Ambiental, ACV, Principios y Estructuras; ISO 14041, de 1998 –Gestión Ambiental, ACV, Definición de Objetivos, Alcance y Análisis de Inventarios; ISO 14042, de 2000, Análisis del Impacto de Ciclo de Vida e ISO 14043, de 2000, Interpretación del Ciclo de Vida (12). Según normas internacionales (EN 15804 e ISO 21930), un LCA son las siglas de **Life Cycle Assessment**, o **Análisis del Ciclo de Vida** calcula de manera rigurosa y científica el uso de los recursos energéticos, hídricos y naturales, las emisiones que desprenden al aire, a la tierra y al agua, y la generación de residuos. Estos datos se calculan para cada etapa del ciclo de vida del edificio.

Quedando claro que el Análisis de Ciclo de Vida es un sistema complejo que permite realizar estudios rigurosos y catalogar los resultados de forma objetiva, siempre que su aplicación sea llevada a cabo por personal cualificado.

Es decir que La herramienta básica para la identificación del estado y de las necesidades generales de una obra que pretende ser sostenible es el Análisis de Ciclo de Vida, considerando como sostenible, aquella edificación que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética de un edificio durante todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño y construcción, hasta su fase de mantenimiento y derribo.

## 2. MARCO TEÓRICO

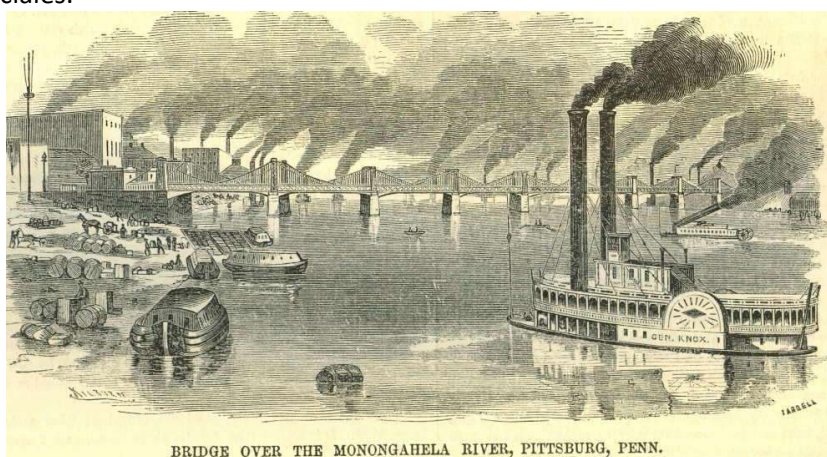
### 2.1. HISTORIA DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

La Comisión de la Comunidad Europea dice en su Libro Verde sobre la *Política Integrada de Producto* que: *"Todos los productos y servicios tienen un impacto ambiental, tanto durante su producción, y utilización, como cuando se convierten en residuos (Ciclo de Vida)."*(13)

En las últimas décadas la consideración de los impactos ambientales ha evolucionado notablemente, llegando a la visión actual del Ciclo de Vida. A grandes rasgos, los pasos han sido los siguientes:

- Solución de tuberías y chimeneas.

Al inicio de la era industrial, cuando se detectaron por primera vez los impactos ambientales (principalmente sobre la salud humana) derivados de los procesos productivos industriales, la solución aplicada fue la de reducir la concentración de las sustancias peligrosas en las zonas cercanas a los lugares habitados. Para ello se recurrió a construir tuberías y chimeneas, que no reducían las emisiones, sino que tan sólo las alejaban de los lugares donde se consideraba que eran perjudiciales.



BRIDGE OVER THE MONONGAHELA RIVER, PITTSBURG, PENN.

Imagen 2.1 Bridge over the Monongahela River.Wikipedia

- Soluciones de final de línea.

Más adelante, se observó que las consecuencias de las emisiones todavía seguían existiendo, aunque no tuvieran un impacto agudo sobre los seres humanos. Las emisiones y efluentes fueron tratados mediante filtros, tratamientos químicos o combustión. Los residuos generados en los procesos eran menos peligrosos, pero aún se producían en grandes cantidades.

- Perspectiva de proceso. Soluciones de procesos limpios.

El siguiente paso hacia los procesos ambientalmente correctos fue hacerlos más limpios y eficientes, para reducir las cantidades de residuos enviadas a los vertederos y la extracción de materias primas no renovables.

- Perspectiva de producto.

Actualmente, en las cuestiones ambientales es más habitual adoptar una perspectiva de producto, en lugar de la perspectiva de proceso. El objetivo es que el producto (bien o servicio) sea lo más limpio posible a lo largo de todo su ciclo de vida.



En muchos productos, los impactos ambientales principales no se generan durante la producción. Por ejemplo, un coche provoca sus mayores impactos ambientales durante los años en que es utilizado por el usuario, debido al consumo de combustible fósil y a las emisiones que realiza durante su utilización.

Por ello, para hacer que el vehículo sea más respetuoso con el medio ambiente, se debe intentar mejorar su comportamiento ambiental durante su etapa de uso y no única o principalmente durante su producción.

A medida que aumenta la conciencia ambiental en la sociedad, las industrias y las empresas empiezan a darse cuenta de la importancia de evaluar cómo afectan sus actividades al medio ambiente. En la sociedad hay una preocupación creciente por los problemas derivados del agotamiento de los recursos naturales y la degradación ambiental. A esta demanda social, las empresas responden ofreciendo productos "más verdes" y empleando procesos de producción "más limpios".

Los efectos sobre el medio ambiente de los productos y los procesos se han convertido en una cuestión clave, razón por la cual hay numerosas iniciativas dedicadas a investigar las maneras de minimizarlos. Cada vez más empresas llegan a la conclusión de que merece la pena ir más allá del estricto cumplimiento legal y adoptan estrategias de prevención de la contaminación e implantan sistemas de gestión ambiental para mejorar su desempeño ambiental. Una de las herramientas que se pueden aplicar para mejorar los productos y los procesos es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV. Life Cycle Assessment, LCA).

El ACV es la base de una producción y un consumo sostenibles (Sustainable Consumption and Production, SCP) y constituye el soporte técnico de:

- el Ecodiseño (Ecodesign)
- las Ecoetiquetas (Ecolabelling)
- las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP. Enviromental Product Declaration, EPD)
- la Huella de Carbono (HC, Carbon Footprint)
- la Huella de Agua (HA. Water Footprint, WF)
- la Huella Ecológica
- la Compra Verde

El ACV es una metodología general que puede aplicarse parcialmente, considerando:

1. sólo determinadas emisiones, como:

- las de Gases de Efecto Invernadero (GEI), con lo que nos referimos a la huella de Carbono;
- o el agua consumida y vertida, y hablamos de huella de agua;
- etc.

2. sólo los consumos de recursos y los efectos sobre el medio ambiente, como muchas veces se hace al aplicar la ISO 14040 y la ISO 14044(14). Aunque también es posible considerar en el ciclo de vida:

- los costes económicos: hablamos de Coste del Ciclo de Vida (Life Cycle Costing, LCC)
- los costes sociales: hablamos del Análisis del Ciclo de Vida Social (Social LCA) e incluimos los efectos sobre la salud humana.

3. sólo algunas fases del sistema o proceso de producción del bien o servicio:



- de la cuna a la puerta (cradle to gate)
- de la puerta a la puerta (gate to gate)
- de la cuna a la tumba (cradle to grave)
- de la cuna a la cuna (cradle to cradle)

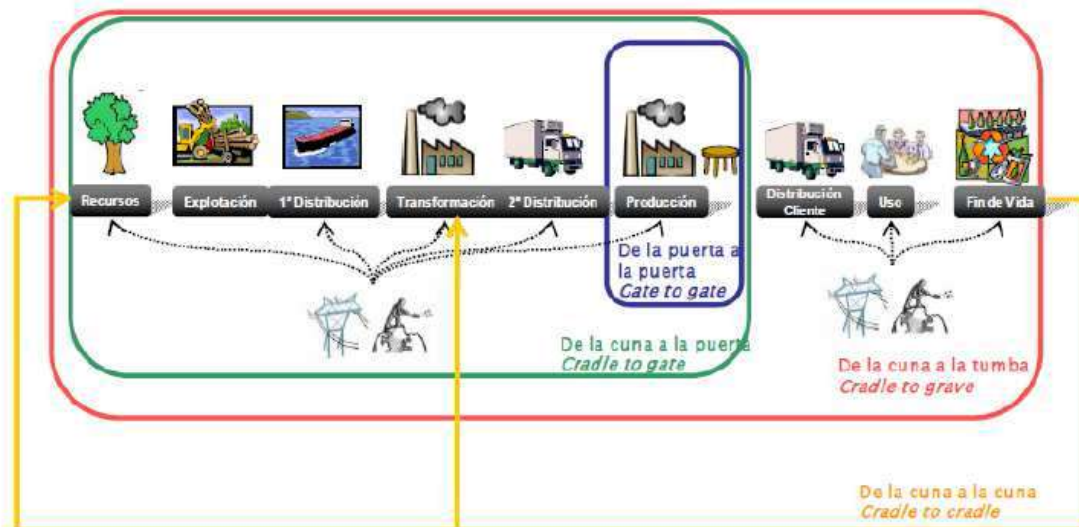


Imagen 2.2 Fases de un ACV.  
Ecodes.org

Esta metodología de vanguardia para la evaluación del impacto medioambiental de un producto de construcción ó de un sistema a lo largo de su ciclo de vida, será la que llevaremos a cabo como el objeto de este trabajo, con el Estudio y análisis de un SATE

La diferentes etapas del ciclo de vida son:

El ciclo de vida de una construcción comienza con en la etapa de producto: las materias primas se extraen y procesan, se seleccionan, y finalmente se transportan a una planta en la que se fabrican los productos. Durante la etapa de construcción, los productos de construcción se transportan desde la planta de fabricación a los distribuidores y al lugar de construcción, para ser instalados en el edificio. Una vez que la construcción está terminada, se inicia la etapa de uso, en la que se incluye el mantenimiento, la reparación o sustitución de los productos instalados.

En la etapa final de su vida útil, el edificio es demolido, sus componentes se procesan para su reutilización, recuperación, reciclaje o disposición final como residuo



Imagen 2.3 Análiss de vida del edificio.  
[gramaconsultores.wordpress.com](http://gramaconsultores.wordpress.com)

### 3. EL CONCEPTO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

De acuerdo a la norma UNE\_EN ISO 14040, se define Ciclo de Vida como las etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales, hasta la disposición final en vertedero(15).

El Ciclo de Vida es el conjunto de etapas de un producto, desde la extracción y procesamiento de las materias primas, la producción, comercialización, transporte, uso y mantenimiento, hasta la gestión final cuando llega al fin de su vida útil. La suma de todas las entradas de materia y energía (inputs) y salidas de residuos y emisiones (outputs) constituye el impacto ambiental del producto.

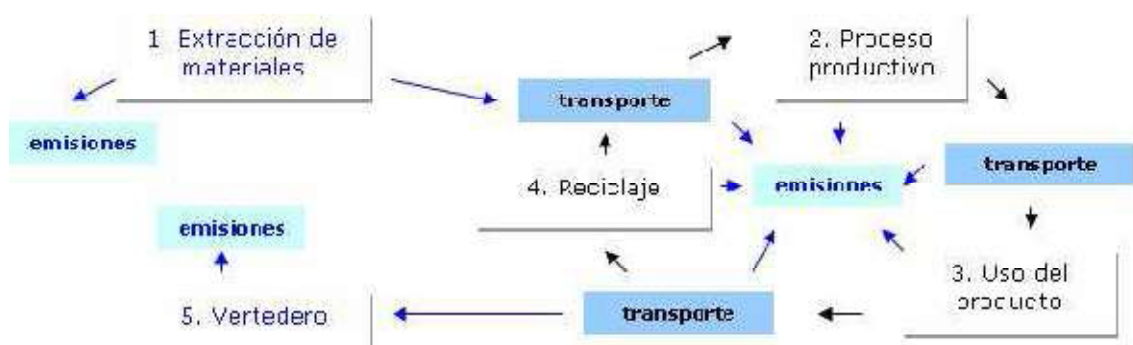


Imagen 2.3 Procesos y flujos del Ciclo de Vida de un Producto.  
[ecoedification.weebly.com](http://ecoedification.weebly.com)

El Ciclo de Vida del producto comprende, por tanto, diferentes fases que siguen el orden lógico de la figura:



Imagen 2.4 Etapas del Ciclo de Vida de un Producto.  
[mediambient.gencat.cat](http://mediambient.gencat.cat)

Tradicionalmente, una empresa que trabaja en la mejora ambiental de un proceso se centra en el análisis de su propio proceso productivo y algunas veces incluso en algunas actividades relacionadas, como el transporte y el embalaje (si éstos son importantes). Sin embargo, este enfoque no tiene en cuenta que la razón de ser de la actividad industrial es poner productos (bienes y servicios) en el mercado, que tienen una afección al entorno más allá de las propias instalaciones de la empresa, a lo largo de toda su vida útil e incluso después de haberse convertido en residuo.

Por ello, al trabajar en la mejora ambiental de productos, no hay que considerar sólo el proceso productivo sino todo el ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, la fabricación de componentes del producto, la producción en nuestra propia fábrica, el transporte y la logística, hasta el uso y fin de vida del producto, una vez que este ha sido desechado.

El producto genera impactos ambientales en todas y cada una de las etapas de su ciclo de vida, consumiendo una serie de entradas (materias primas y energía) y generando unas salidas en forma de residuos y emisiones. Por ello, si nos centramos sólo en el proceso productivo, sólo podremos mejorar algunos de estos impactos, que quizá no sean siquiera los más importantes.

El ACV adopta un enfoque integral, a ser posible de "la cuna a la tumba" ("cradle-to-grave"), dirigido a evaluar los consumos de recursos y los efectos sobre el medio ambiente y la salud, de los sistemas y procesos necesarios para obtener los productos (bienes y servicios). Este enfoque integral del ACV ayuda a evitar que al resolver un problema ambiental en una fase de un proceso se genere un efecto indeseado negativo en otra parte, que incluso puede ser mayor que el evitado.

Un ACV completo evalúa todas las etapas de la vida de un producto, considerando que son interdependientes, lo que significa que una operación lleva a la siguiente. El ACV permite la estimación del consumo de recursos y los impactos ambientales acumulativos resultantes de todas las etapas del ciclo de vida del producto, a menudo incluyendo impactos no considerados en otros análisis más tradicionales (por ejemplo, extracción de materias primas, el transporte de material, la disposición final del producto, etc.). De esta forma el ACV proporciona una visión general de los aspectos medioambientales del producto, proceso o servicio y con ello da una imagen más precisa de las verdaderas consecuencias ambientales, lo que resulta muy útil en un proceso de decisión.

El ACV es una metodología para evaluar los aspectos ambientales y los impactos ambientales potenciales( se definen con detalle a continuación) asociados a un producto, proceso o servicio, mediante:

1. La realización de un inventario de la energía y materiales relevantes empleados, y las emisiones producidas.
2. La evaluación de los posibles impactos ambientales asociados con las entradas y salidas del sistema.
3. Una interpretación de los resultados, para ayudar a quienes toman las decisiones a elegir una opción con más criterio.

En el ACV los impactos ambientales se pueden definir a distintos niveles:

- Nivel de **efecto intermedio (midpoint)**: acidificación, eutrofización, calentamiento global, disminución de la capa de ozono, etc.(16)
- Nivel de **efecto final (endpoint)**: disminución de la biodiversidad, disminución de la vida media de una persona, etc.

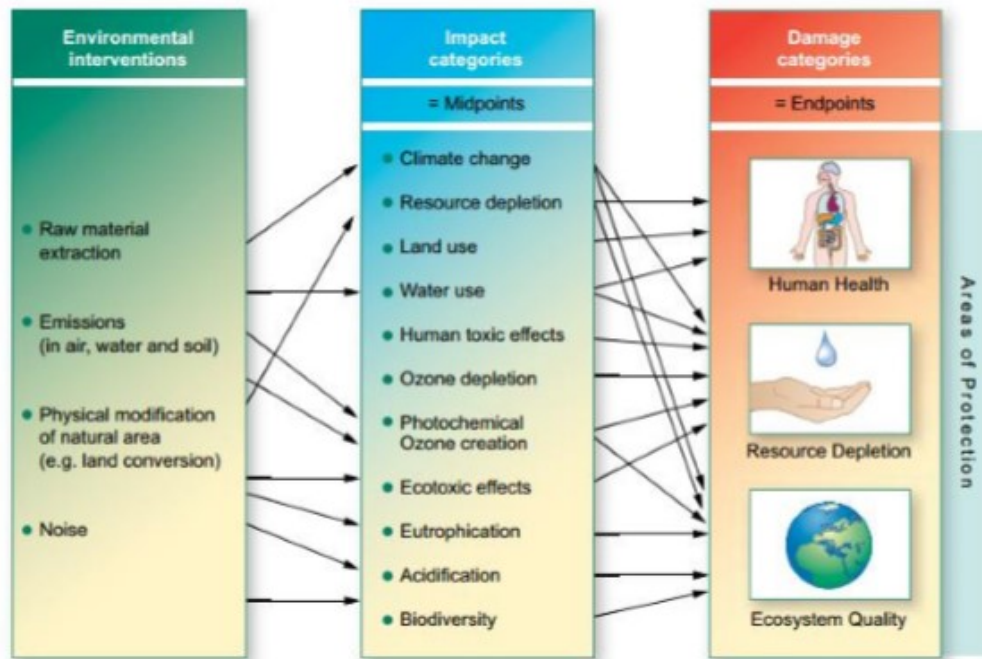


Imagen 2.5 Categorías de impacto.

Global Guidance Principles for Life Cycle Databases, United Nations Environment Programme (2011)

## 2.2. ASPECTO AMBIENTAL

Los aspectos ambientales de un producto son aquellos elementos del mismo que pueden interactuar con el medio ambiente. Al ser el producto el elemento poseedor de estos elementos (y no la actividad de la empresa), en el estudio de estos aspectos hay que analizar todo el Ciclo de Vida del producto.

Las categorías de aspectos ambientales de un producto son las mismas que las generadas por la propia actividad; la única diferencia es que tenemos que pensar también en las generadas en todas las etapas de su Ciclo de Vida.

La identificación y evaluación de los aspectos ambientales de un producto y/o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, nos da una visión completa de todos sus aspectos ambientales (independientemente de que estos tengan lugar en las instalaciones de la empresa o en el resto de las etapas de su ciclo de vida). Ello permite identificar aquellos que son significativos, para actuar sobre ellos.

Así pues, los productos pueden generar los siguientes aspectos ambientales:

- ✓ Consumo de materiales.
- ✓ Consumo de agua.
- ✓ Consumo de energía.
- ✓ Utilización de sustancias tóxicas.
- ✓ Emisiones atmosféricas.
- ✓ Vertidos líquidos.
- ✓ Residuos.
- ✓ Contaminación del suelo.
- ✓ Ruido.
- ✓ Olores.

### 2.3. IMPACTO AMBIENTAL

Impacto ambiental de un producto es cualquier cambio en el medio ambiente resultante de los diferentes aspectos ambientales del mismo(17). El objetivo de la identificación de los aspectos ambientales de un producto es minimizar sus impactos ambientales negativos. Algunos de los impactos ambientales generados por los productos son:

- ✓ Agotamiento de recursos naturales.
- ✓ Reducción de la capa de ozono.
- ✓ Efecto Invernadero.
- ✓ Smog fotoquímico.
- ✓ Contaminación del agua.
- ✓ Contaminación del suelo.
- ✓ Lluvia ácida.

### 2.4. TIPOS DE ESTUDIO DE ACV

Dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar a un ACV, los requisitos para el estudio son diferentes. Los estudios ACV pueden dividirse en tres tipos:

- Descriptivo: con carácter sólo informativo; para marketing; para el diseño de un nuevo producto; etc.
- Comparativo u orientado al cambio: comparación entre productos o con un estándar, para conseguir una eco-etiqueta; entre las versiones antigua y nueva, para la mejora de un producto; etc.
- De predicción: para ayudar en la decisión de un cambio de materias primas o de fuentes de suministro; para apoyar la definición de nuevas estrategias de producto; para la elaboración de políticas públicas; etc.

### 2.5. CONCEPTOS CLAVE ACV

- Unidad funcional: La unidad funcional es la unidad de referencia que se emplea para medir el desempeño de las entradas y salidas del sistema de producto(18).

El objetivo de La unidad funcional es ser referencia para todas las entradas y salidas del sistema en estudio. Nos permite valorar y comparar de manera objetiva todos los impactos generados. La unidad funcional puede ser de tipo físico (un bote de pintura) y de tipo funcional (pintar una pared de 10 m<sup>2</sup>). Al igual de como sucede en nuestro caso de estudio, 1 m<sup>2</sup> de SATE será la unidad funcional, explicaremos con detalle más adelante.

En cada caso hay que elegir la unidad funcional que mejor describe el sistema, en línea con el objetivo y el alcance del estudio. Una unidad funcional expresada correctamente es esencial cuando se van a comparar diferentes soluciones. Cuando se realiza un ACV para comparar dos productos es importante asegurarse de que las funciones que realizan los dos productos son comparables.

Por ejemplo, el flujo de referencia para la unidad funcional de 1 m<sup>2</sup> de pared pintada puede ser la cantidad de pintura necesaria para pintar la pared, basado en las características definidas para, por ejemplo, el espesor de la capa de pintura que se desea, etc.

- Traslado del impacto:

Es importante tener en cuenta que, en muchas ocasiones, una modificación en el diseño de un producto, tendente a reducir el impacto ambiental de un determinado aspecto ambiental del mismo, puede generar otro nuevo aspecto ambiental en esa misma etapa o en otra etapa diferente del ciclo de vida.

Es decir, queriendo mejorar un aspecto, se pueden generar otros, incluso más importantes que el inicial, con lo que, lejos de conseguir una mejora ambiental global, se puede estar empeorando el comportamiento ambiental del producto. Esto es lo que se denomina traslado del impacto y la mejor manera de evitar que se produzca es evaluar de modo sistemático las consecuencias que las modificaciones en el diseño tienen en todas las etapas del ciclo de vida.

## **2.6. FASES DE UN ACV**

### **1. Definición del objetivo y determinación del alcance:**

- ✓ se define y describe el producto, proceso o actividad objeto del análisis.
- ✓ se establece el contexto en el que se va a realizar la evaluación
- ✓ se determinan los límites del sistema y los efectos ambientales que serán revisados en la evaluación (19).

El objetivo y el alcance del ACV deben ser consistentes con la aplicación que se pretende darle al mismo y la audiencia o público al que se dirige (suministradores, público en general, la Administración, etc.). Ambos pueden ser redefinidos o ajustados a lo largo del estudio, en función de los resultados obtenidos a lo largo del mismo.

Es posible que algunos procesos y flujos que inicialmente se excluyen de los límites del sistema en el ACV, deban incluirse después y viceversa. También puede suceder que los plazos de tiempo y las categorías de impacto considerados inicialmente deban ser revisados cuando hay más información disponible.

### **2. Análisis del Inventario, el análisis del inventario identifica y cuantifica:**

- ✓ la energía;
- ✓ el agua y los materiales utilizados;
- ✓ las emisiones ambientales (por ejemplo, las emisiones al aire, la eliminación de residuos sólidos, los vertidos de aguas residuales).

La recopilación de datos es la fase del ACV que más recursos consume. Una correcta documentación de esta tarea asegura la calidad de los resultados y permite su reutilización posterior. El resultado es el Inventario del Ciclo de Vida (ICV), que muestra todas las entradas y salidas importantes del sistema estudiado.

### **3. Evaluación del impacto:**

En la evaluación de impactos se evalúan los efectos potenciales sobre el medio ambiente y el ser humano de:

- ✓ la energía, el agua y los materiales usados,
- ✓ los impactos ambientales identificados en el análisis del inventario.

### **4. Interpretación:**

En la fase de interpretación se evalúan los resultados de los análisis del inventario y la evaluación de impactos, para seleccionar el producto, proceso o servicio preferido. Se deben identificar la incertidumbre del análisis (análisis de sensibilidad) y las hipótesis utilizadas para



generar los resultados del ACV. En este paso se comprueba la integridad, la sensibilidad y la consistencia del estudio.

La interpretación tiene que ser coherente con el objetivo y alcance previstos para el ACV.

Los resultados de un ACV permiten muchas aplicaciones, algunas de las cuales se recogen en el esquema siguiente, en el que también se resumen las etapas del mismo.

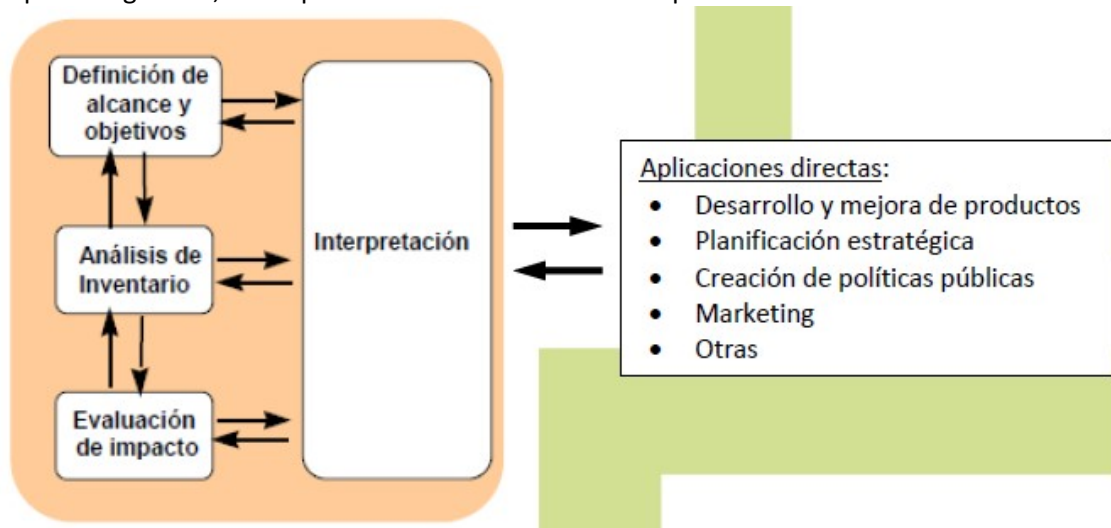


Imagen 2.6 Marco de referencia/Etapas de un ACV.

[www.construction21.org](http://www.construction21.org)

#### 5. Elaboración del Informe:

Hay dos cuestiones importantes a tener en cuenta durante la elaboración del informe:

a) que el informe esté estructurado teniendo en cuenta el objetivo del ACV:

- ✓ La presentación del informe debe permitir el uso y la interpretación de los resultados de una manera coherente con el objetivo y el alcance del ACV.
- ✓ El tipo y formato del informe se define en el alcance de aplicación del ACV y variará en función del público al que se destina.
- ✓ Los resultados del estudio se comunicarán con veracidad, completos y con exactitud, de una manera que se adapte a la audiencia a la que se destina.

b) que la información se presente de forma transparente y con precisión.

- ✓ Los resultados, datos, métodos, hipótesis y limitaciones se deben informar con transparencia y ser presentados con suficiente detalle.
- ✓ El informe de un ACV debe tratar las diferentes fases del estudio realizado y recoger los resultados y conclusiones del mismo, reflejando los datos y metodologías empleados, las hipótesis realizadas y las limitaciones del estudio.

#### 6. Revisión crítica del ACV

El alcance del ACV describe el tipo de revisión crítica deseada para el estudio, y también su alcance, es decir, el propósito, el nivel de detalle, las partes que deben participar en el proceso, etc.

La revisión crítica asegura la calidad del estudio. Se puede realizar por ejemplo, por un experto o por una tercera parte interesada independiente del estudio. Hay tres tipos de procesos de revisión crítica:

- ✓ revisión por expertos internos

- ✓ revisión por expertos externos
- ✓ revisión por las partes interesadas

La revisión crítica se realiza para asegurarse de que:

- ✓ Los métodos utilizados para llevar a cabo el ACV son coherentes con las normas.
- ✓ Los métodos utilizados para llevar a cabo el ACV son científicamente y técnicamente válidos.
- ✓ Los datos utilizados son apropiados y razonables en relación con el objetivo de estudio.
- ✓ Las interpretaciones reflejan el objetivo del estudio.



### 3. MARCO NORMATIVO DEL ACV

Las normas internacionales de aplicación en el ACV son:

- ✓ UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Diciembre 2006.
- ✓ UNE-EN ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Diciembre 2006. La ISO 14044 sustituyó a ISO 14041, 14042 y 14043 (20).

Otras referencias a considerar son:

- ✓ ISO 14047: 2003. Ejemplos de aplicación de Inventario de Ciclo de Vida.
- ✓ ISO 14048: 2002. Formato de datos del Inventario de un ACV.
- ✓ ISO 14049: 2000. Ejemplos de aplicación de objetivos, alcance y análisis de inventario.

Estas normas permiten que el objetivo y alcance de un ACV pueda variar bastante, por lo que los resultados de dos estudios de ACV sólo son comparables si los alcances y las hipótesis son equivalentes.

Otras normas a considerar son:

- ✓ UNE-EN ISO 14020: 2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales. Octubre 2002.
- ✓ UNE-EN ISO 14021:2002. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Auto declaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II).
- ✓ UNE-EN ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos.
- ✓ UNE-EN ISO 14025:2010. Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales Tipo III. Principios y procedimientos. Octubre 2010.

En el esquema siguiente puede verse un resumen del marco general de normas sobre ACV.

## MODELO ISO 14000

### ISO 1400. NORMAS DE EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

#### INTEGRACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES EN EL DISEÑO Y DESARROLLO

ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño.

ISO/TR 14062:2007 IN. Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.

#### ETIQUETADO AMBIENTAL

ISO 14020. Etiquetas ecológicas y Declaraciones ambientales. Principios generales

ISO 14021. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Auto-declaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II).

UNE-EN ISO 14024:2001. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos.

UNE-EN ISO 14025:2010. Etiquetas y declaraciones

#### ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

ISO 14040. ACV. Principios y marco de referencia.

ISO 14044. ACV. Requisitos y directrices.

La ISO 14044 sustituyó a ISO 14041, 14042 y 14043.

ISO 14047: 2003. Ejemplos de aplicación de Inventario de Ciclo de Vida.

ISO 14048: 2002. Formato de datos del Inventario de un ACV.

ISO 14049: 2000. Ejemplos

Imagen 3.1 Normas de evaluación del Producto  
[www.construction21.org](http://www.construction21.org)

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVOS

Los objetivos generales son a dar a conocer los impactos ambientales asociados al SATE Weber. Therm acoustic acabado mineral en capa gruesa, mediante la metodología del Análisis de Ciclo de Vida. Dicho estudio podrá permitir a la empresa impulsar acciones de mejora ambiental de su producto si así los considera y facilitar la elaboración de su propia DAP (Declaración Ambiental de Producto).

### 4.2. ALCANCE

El sistema de aislamiento térmico tipo SATE (ETICS) Weber therm acoustic, que reúne las ventajas de las lanas minerales garantizando un perfecto aislamiento térmico limitando las pérdidas energéticas de la fachada y contribuyendo a una mejora del confort interior gracias a la protección acústica, a su vez aporta una alta resistencia al fuego a la fachada y mejora la imagen del conjunto del edificio.

Se trata de un sistema de aislamiento previsto para el aislamiento externo de muros verticales nuevos o ya existentes, y superficies horizontales o inclinadas que no estén expuestas a precipitaciones . El sistema no es un elemento constructivo capaz de soportar cargas , no contribuye directamente a la estabilidad del muro sobre el cual es instalado, pero puede contribuir a su durabilidad ya que proporciona una protección adicional contra la acción ambiental de los agentes atmosféricos.

### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema Weber therm acoustic se compone de las siguientes capas:

#### 1. Mortero de adhesión. Weber Therm Base con un espesor de 2mm

Compuesto a base de cemento gris, cargas minerales, resinas redispersables en polvo, fibra de vidrio de alta dispersión y aditivos especiales. La aplicación del mortero como adhesivo se realizará directamente en el reverso de la placa mediante cordón perimetral y pegotes centrales o bien a llana dentada de 10 x 10 mm, para su aplicación posterior sobre el soporte plano (irregularidades inferiores a 10 mm bajo un regle de 1 m). Una vez seco el mortero de adhesión (transcurridas 24 horas), las placas serán ancladas mecánicamente con weber.therm espiga.

#### 2.Placa Aislante. Wewber therm placa LM 50mm de espesor

Características weber.therm placa LM, con código de designación según la norma UNE-EN 13162 T5 – DS(23,90) – TR10 - WS – MU1 – AW0,70 – AFR5 , Euroclase A1 de reacción al fuego, densidad 125 kg/m<sup>3</sup> y conductividad térmica 0.036 W/m•K con 50mm de espesor. Las placas deben ser colocadas en posición horizontal en filas sucesivas, de abajo a arriba, a rompe-juntas en relación con la hilera anterior, y serán adheridas mediante el mortero mono componente de adhesión para placas de aislamiento térmico.

### 3. Fijación Mecánica Weber. Therm espiga a razón de 6 espigas m<sup>2</sup>

Anclaje de polipropileno y clavo expansionante de nylon con certificación ETA-07/0291, colocadas a razón de 6 espigas/m<sup>2</sup> mínimo, incrementando el número de estas en zonas elevadas y expuestas a la succión del viento.

### 4. Revestimiento mineral. Weber Therm Color espesor 10mm primer capa y segunda de 5mm

Weber.therm color, aplicado en capa gruesa con máquina revocadora de mezcla continua, y compuesto a base de cal aérea, conglomerantes hidráulicos, áridos de granulometría compensada, pigmentos minerales, y aditivos orgánicos e inorgánicos, en un espesor máximo de aplicación de **15 mm** en dos capas reforzado en la mitad de su espesor con malla de fibra de vidrio alcalino resistente

### 5. Malla de Refuerzo . Weber therm Malla 200

Weber.therm malla 200, con apertura del entramado 7 x 6.5 mm, 195 g/m<sup>2</sup>, valor nominal de resistencia a tracción en condiciones estándar de 2000 / 3400 y resistencia a elongación 4.0 / 4.0.

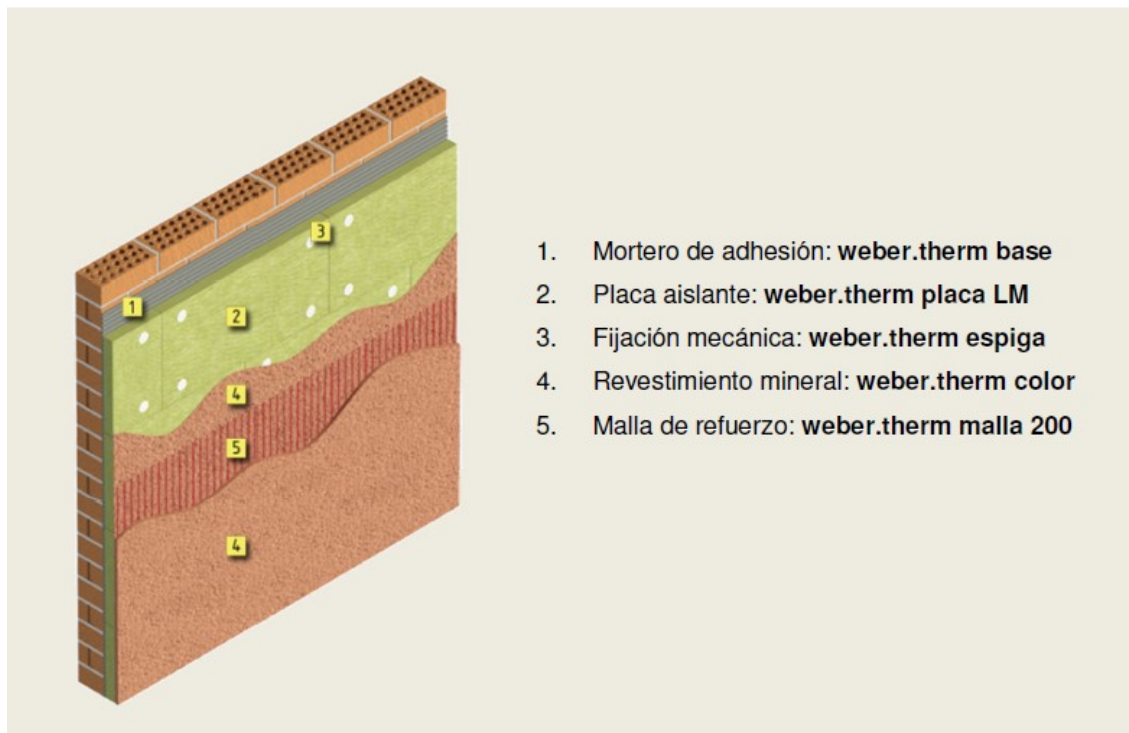


Imagen 4.1 Sistema Weber Therm acustic con acabado mineral en capa gruesa.

En la Imagen 4.1 se muestran todos los componentes asociados al ETICS

La unidad funcional propuesta es 1 m<sup>2</sup> de cerramiento vertical opaco.

#### 4.4 LÍMITES DEL SISTEMA

Los límites del sistema objeto de este estudio incluyen las siguientes etapas del Ciclo de vida.

- Suministro de Materias Primas y Materiales auxiliares
- Transporte hasta lugar de fabricación
- Fabricación
- Transporte hasta obra
- Fin de Vida ( Transporte y proceso de fin de vida)

No se ha incluido en el estudio el embalaje de las materias primas ni el embalaje del producto final, por la dificultad de su modelización, al tratarse de una suma de varios componentes con distintos orígenes hasta su recepción en el lugar de construcción.

En cuanto a las entradas y salidas, se han incluido en el estudio todas aquellas de las que se disponía de información sobre la cantidad y tipo de material, pero se garantiza que aquellas que no se han incluido (por falta de información sobre el material), no suponen más de un 1% de la suma de materia o energía total inventariada por unidad funcional

#### 4.5. ANÁLISIS DE INVENTARIO

En la elaboración del inventario se han utilizado datos proporcionados por Weber Melide en lo relativo a composición y cantidad de una parte de los materiales y productos empleados en dicha Sistema de Aislamiento Térmico- Acústico, así como de las distancias a la que se encuentran los proveedores. Para toda aquella información que no ha sido proporcionada por la empresa se ha realizado una serie de hipótesis que son expuestas a continuación:

- Materiales y procesos: para inventariar las cargas ambientales asociadas se han utilizado bases de datos European Life Cycle Database a través del software GaBi Professional
- Electricidad: a la hora de considerar los impactos ambientales generados en la producción de la electricidad consumida en el sistema bajo estudio, se ha considerado el mix eléctrico español en 2011 calculado a partir de datos suministrados por el Observatorio de la Electricidad del World Wildlife Fund (20).
- Transporte: En el transporte se diferencian tres etapas: el transporte de las materias primas y productos hasta las instalaciones de Weber Melide; el transporte de todos los elementos que forman nuestro SATE hasta el lugar de construcción del edificio; y el transporte de los restos de demolición hasta vertedero. Para la etapa hasta lugar de fabricación se usarán camiones cisterna de capacidad 24 T con diferentes distancias según material de construcción. Para el transporte hasta obra se ha realizado una estimación por parte de la empresa de un radio de 300 km de acción. Para la etapa de transporte hasta proceso de fin de vida se ha supuesto que

hay un vertedero de residuos sólidos de construcción en un radio de 80 km alrededor de la edificación mediante un camión de 24T.

**ANALISIS DE INVENTARIO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA WEBER. THERM ACUSTIC  
ACABADO MINERAL EN CAPA GRUESA.**

ELEMENTO	MATERIAL	UNIDAD FUNCIONAL	TRANSP.HASTA FABRICACIÓN	DIST. (km)	TRANSP.HASTA OBRA	DIST. (km)
<b>Mortero de Adhesión</b>	Cemento, áridos, aditivos, etc.	1m2	Camión cisterna 27T	450Km	Camión 24T (sacos de 25Kg)	300K M
<b>Revest. Mineral Color</b>	Cemento blanco, cal, carbonato, sílice, aditivos, etc.	1m2	Camión 24T	900Km	Camión 24T (sacos de 25Kg)	300K M
<b>Placa LM</b>	Lana Mineral	1m2	Camión 24T	450km	Camión	300km
<b>Fijación Mecánica</b>	Polipropileno	6ud/m2	Avión	2200Km	Camión	300k m
<b>Malla de refuerzo</b>	Fibra de Vidrio	1m2	Camión 24T	900km	Camión	300k m

**Tabla 4.1 Inventario de los Componentes del Sistema objeto de estudio.**

Toda información contenida en esta tabla corresponde a datos específicos facilitados por Weber Melide (Grupo Saint Gobain), a excepción del transporte hasta obra en el que se ha considerado un escenario de distancia media de 300 Km.

## 5. METODOLOGÍA APLICADA:

### 5.1 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Una diferencia importante entre los diferentes métodos de evaluación de impactos reside en la opción de analizar el efecto último del impacto ambiental, endpoint , o bien, considerar los efectos intermedios, midpoint . Las categorías de impacto ambiental intermedias se hallan más cercanas a la intervención ambiental, permitiendo, en general, modelos de cálculo que se ajustan mejor a dicha intervención. Éstas proporcionan una información más detallada de qué manera y en qué punto se afecta el medio ambiente. Las categorías de impacto finales son variables que afectan directamente a la sociedad, por tanto su elección resultaría más relevante y comprensible a escala global. Sin embargo, la metodología para llegar a cuantificar el efecto último no está plenamente elaborada ni existe suficiente consenso científico necesario para recomendar su uso. Por todo ello, actualmente, es más común recurrir a categorías de impacto intermedias.

Metodologías “midpoints” o de impactos de efecto intermedio: Son metodologías que tienen como resultado la definición de un perfil ambiental, mediante la cuantificación del efecto ambiental sobre diversas categorías (acidificación, destrucción capa de ozono, etc.), del producto/proceso/servicio analizado.

En contraposición al segundo grupo de metodologías, alcanzan sólo la evaluación de los efectos indirectos o intermedios sobre el ser humano.

- Metodologías “endpoints” o de impactos de efecto final: Son metodologías que analizan el efecto último del impacto ambiental, esto es, tratan de identificar y definir el daño causado al hombre y a los sistemas naturales.

Las categorías de impacto finales son variables que afectan directamente a la sociedad, por lo que su elección resulta más relevante y comprensible a escala global.

En los últimos años la atención se ha centrado en los métodos de evaluación de impacto que contemplan la modelización del daño. La modelización del daño permite no sólo la caracterización (potenciales impactos de las categorías estudiadas, como por ejemplo el cambio climático), sino que analiza el daño producido sobre el entorno considerado . La metodología de Eco-indicador 99 representa el state of art en ACV (21). Y por ello merece ser explicada:

El Eco-indicador 99 modeliza el daño ambiental mediante el análisis de destino de las emisiones, exposición, análisis de efectos y, finalmente, análisis de daños. En la etapa de clasificación se consideran tres condiciones relacionadas con el hombre y la naturaleza:

- Salud Humana (SH): Las categorías asociadas son Carcinógenos (C), Orgánicos Respirables (OR), Inorgánicos Respirables (IR), Cambio Climático (CC), Disminución de la Capa de Ozono (CO) y Radiación ionizante (R).
- Calidad del Ecosistema (CE): Las categorías relacionadas son Ecotoxicidad (E), Acidificación/Eutrofización (A/E) y Uso de la Tierra (UT).



- Recursos (R): La conservación de los recursos se analiza sobre la base de las categorías de Minerales (M) y Combustibles Fósiles (CF).

El daño a la salud humana expresado en años de vida perdidos debidos a la muerte prematura por causas ambientales. Se expresa en Disability Life Years (DALY), es decir, “años de vida sometidos a una discapacidad” (número de años de vida perdidos y el número de años en los que se ha sufrido una enfermedad), terminología empleada por la OMS.

El daño a la calidad del ecosistema incluye el efecto sobre la diversidad de especies. Se expresa como Potentially Disappeared Fraction (PDF) y Potentially Affected Fraction (PAF) o fracción de especies que potencialmente desaparecerán o se verán afectadas

El daño a los recursos se obtiene a partir de modelos geoestadísticos que relacionan disponibilidad y concentración, y se expresa como la energía extra que será necesaria para la futura extracción mineral de baja calidad y recursos fósiles. Se expresa como MJ de energía extra.

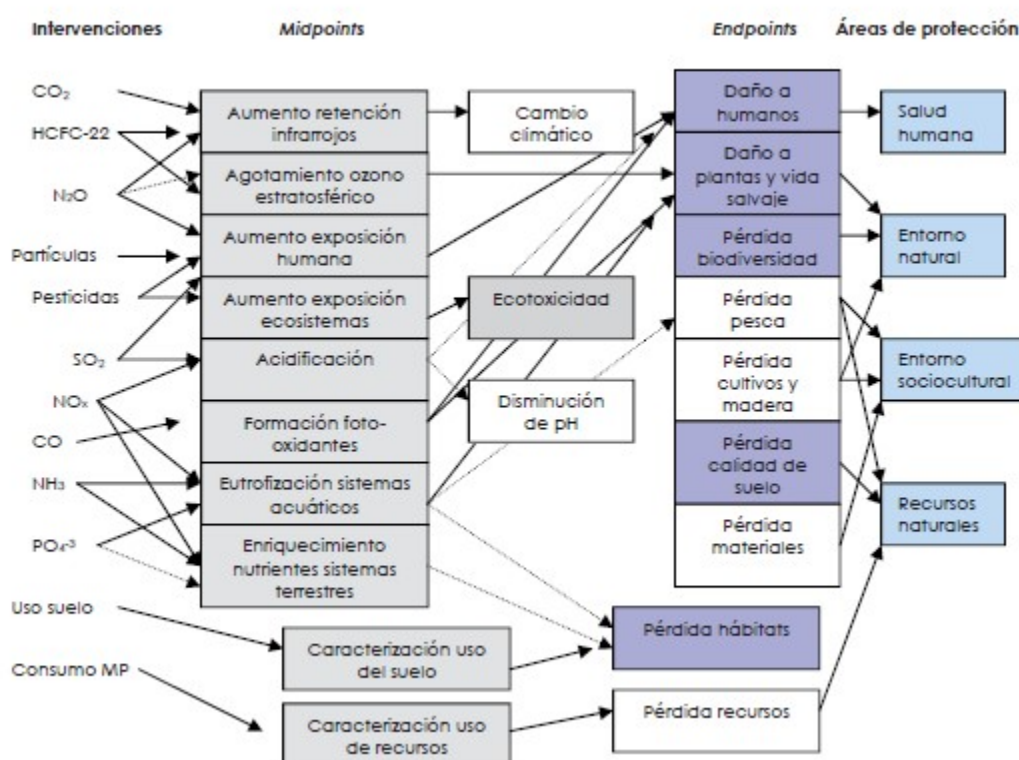


Figura 5.1 Esquema de las relaciones entre intervenciones ambientales, impactos de efectos intermedio "midpoints", impactos de efectos finales "endpoints" y áreas de protección [eoies.es](http://eoies.es)

En nuestro caso de objeto de estudio nos centraremos en 2:

### 5.1.1 Metodología ILCD 2011.

De suma importancia a raíz de la publicación de las Guías de Huella Ambiental de Producto y Organización de la Unión Europea en Mayo de 2013, se ha propuesto una nueva metodología de evaluación de impactos ambientales en ACV, denominada ILCD 2011.(22) Dado que será la metodología de referencia para las Huellas Ambientales de la Unión Europea, se recogen a continuación las categorías de impacto que contempla.



- Cambio climático: Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. kilogramo equivalente CO<sub>2</sub>. Cambio Climático (incl. Carbono biogénico) (Potencial de calentamiento global, expresado en Kg de CO<sub>2</sub> equivalentes.
- Agotamiento de la capa de ozono: Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica. Potencial de agotamiento de ozono estratosférico expresado en Kg de R11equivalente.
- Toxicidad humana: Categoría de impacto correspondiente a los efectos nocivos sobre la salud humana debidos a la absorción de sustancias tóxicas mediante la inhalación de aire, la ingesta de alimentos o agua, o la penetración a través de la piel, en la medida en que estén relacionados con el cáncer . CTUe (Unidad tóxica comparativa para las persona)
- Toxicidad humana, no carcinogénicos: Categoría de impacto correspondiente a los efectos nocivos sobre la salud humana debidos a la absorción de sustancias tóxicas mediante la inhalación de aire, la ingesta de alimentos o agua, o la penetración a través de la piel, en la medida en que estén relacionados con efectos no cancerígenos. CTUe (Unidad tóxica comparativa para las persona)
- Partículas/sustancias inorgánicas con efectos respiratorios: Categoría de impacto que corresponde a los efectos nocivos sobre la salud humana debidos a las emisiones de partículas y de sus precursores (NO<sub>x</sub> , SO<sub>x</sub> , NH<sub>3</sub>). kilogramo equivalente de PM<sub>2,5</sub> microgramo por metro cubico de polución.
- Radiaciones ionizantes, efectos sobre la salud humana: Categoría de impacto de la HA correspondiente a los efectos nocivos sobre la salud humana debidos a descargas radioactivas.
- Potencial de Formación de ozono fotoquímico expresado en Kg de NMVOC Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano equivalente.
- Acidificación: Pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera. mol equivalente de H<sup>+</sup>
- Eutrofización terrestre.
- Eutrofización del agua dulce .Crecimiento excesivo de la población de algas originado por el enriquecimiento artificial de las aguas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provoca un alto consumo del oxígeno del agua. Agua dulce: kilogramo equivalente de P
- Eutrofización del mar (agua marina) Agua de mar: kilogramo equivalente de N
- Ecotoxicidad para ecosistemas Categoría de impacto ambiental relativa a los impactos tóxicos que afectan a un ecosistema, que son nocivos para distintas especies y que cambian la estructura y función del ecosistema. La ecotoxicidad es resultado de una serie de diferentes mecanismos toxicológicos provocados por la liberación de sustancias con un efecto directo sobre la salud del ecosistema. CTUe (Unidad tóxica comparativa para los ecosistemas
- Agotamiento de los recursos-agua: Consumo de recursos hídricos m<sup>3</sup> de consumo de agua en relación con la escasez de agua a nivel local

- Agotamiento de los recursos minerales, fósiles: Consumo de materiales extraídos de la naturaleza kilogramo equivalente de antimonio (Sb).(23)

### 5.1.2 Metodología CML (2001)

La metodología de CML, elaborada por el Instituto de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Leiden en los Países Bajos, es la metodología más utilizada y que suele considerarse más completa. Para derivar los factores de impacto utiliza fundamentalmente datos europeos. Agrupa los resultados de LCI en categorías de punto medio por temáticas, que son mecanismos comunes (como el cambio climático) o grupos (como la toxicidad ecológica). Cabe distinguir el método Incluye caracterización y normalización “CML 2001” (24). Los resultados pueden visualizarse como una hoja de cálculo que presenta factores de caracterización para más de 1700 flujos (2001)

Las categorías de impacto analizadas según la metodología CML 2001 son:

- Potencial de calentamiento global (CG), expresado en kg de CO<sub>2</sub> equivalente.
- Potencial de acidificación de recursos hídricos y del suelo (A), expresado en kg de SO<sub>2</sub> equivalente.
- Potencial de eutrofización (Eu), expresado en kg de PO<sub>4</sub>–3 equivalente.
- Potencial de agotamiento del ozono estratosférico (AO), expresado en kg de R11 equivalente.
- Potencial de agotamiento de los recursos materiales no renovables o agotamiento de recursos abióticos (AA), expresado en kg de Sb.
- Toxicidad humana (TH), expresado en kg de 1,4-diclorobenceno (DCB) equivalente.
- Ecotoxicidad de agua dulce (EAD), expresado en kg de 1,4-diclorobenceno (DCB) equivalente.
- Potencial de formación de ozono fotoquímico (OF), expresado en kg de etano equivalente.
- Potencial de Ecotoxicidad, expresado en kg de 1,4-diclorobenceno (DCB) equivalente.

Las categorías de impacto evaluadas en este trabajo corresponden a las metodologías CML 2001 Y ILCD.

## 5.2 EXPLICACIÓN DEL SOFTWARE GABI:



El Software Gabi es un programa muy potente y de reconocido prestigio, donde su principal aplicación es el Análisis del Ciclo de Vida. Creado por thinkstep, GaBi consta de las mayores bases de datos en el mercado las cuales contienen más de 10.000 perfiles de inventario listos para el uso del ciclo de vida. Además se puede trabajar con otras adicionales como Ecoinvent, PEinternational, o la propia de una empresa.

Entre sus diversas aplicaciones caben destacar:

- ✓ Evaluación del ciclo de vida y mejor diseño para el medio ambiente: desarrollo de productos que cumplan con las regulaciones ambientales.
- ✓ La eco-eficiencia: la reducción de materiales, energía y uso de los recursos de la manera más rentable
- ✓ Eco-diseño: el desarrollo de productos con huellas ambientales más pequeños, tales como un menor número de emisiones de GEI, la reducción del consumo de agua y residuos cadenas de valor eficientes: la mejora de la eficiencia de las cadenas de valor por ejemplo, I + D, diseño, producción, proveedores, distribución
- ✓ Coste del ciclo de Vida: Reducción de costes, tanto en el diseño y la optimización de productos y procesos para la reducción de costes.
- ✓ Informes del Ciclo de Vida: Comercialización Sostenible del producto, etiquetas y reclamaciones sostenibilidad de los productos, declaraciones de productos medioambientales (EPD).
- ✓ Informes de sostenibilidad: la comunicación ambiental y los informes de sostenibilidad del producto LCA intercambio de conocimientos: los informes y análisis para los departamentos internos, la gestión y la cadena de suministro.
- ✓ Ciclo de vida con fabricación responsable: el desarrollo de proceso de fabricación que consideren las responsabilidades sociales

El funcionamiento de GaBi es complejo, y lo es más en su versión Profesional, ya que depende de diversos factores y existen multitud de campos cada vez más precisos para las múltiples aplicaciones y el nivel de exhaustividad o exigencia del trabajo a realizar.

Para la elaboración de este estudio, se ha trabajado con la versión de prueba, seguidamente con la versión de estudiante y profesor para Universidades, y finalmente con la última versión de GaBi Profesional 6.0. (Adjunto documentación en Anexo)

La estructura de datos en GaBi contiene tres módulos diferentes, son los elementos esenciales para realizar un proyecto de análisis del ciclo de vida y crearlo con la metodología utilizada por el software GaBi son:

- Planos
- Procesos

- Flujos

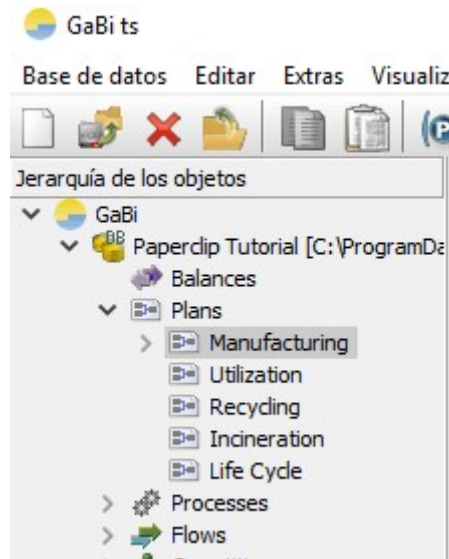


Imagen 5.1 Jerarquía de elementos Panel GaBi.  
Fuente Propia

### 5.2.1. Planos

Donde se describe el sistema analizado mediante la unión de distintos procesos. Los planos representan de manera gráfica el sistema de producto. Sirven para conectar los diferentes procesos e incluso se pueden incorporar otros planos. El uso de planos permite modelar ciclos de vida de productos muy complejos. Por tanto, se podrá:

- Ir creando directamente el sistema a analizar en el apartado “Planos” y el programa nos irá pidiendo aquellos procesos y flujos que necesitaremos crear, si es que no existen ya dentro de las bases de datos de GaBi.
- O primero crear todos los procesos y flujos que vamos a necesitar y después incorporarlos al plano.

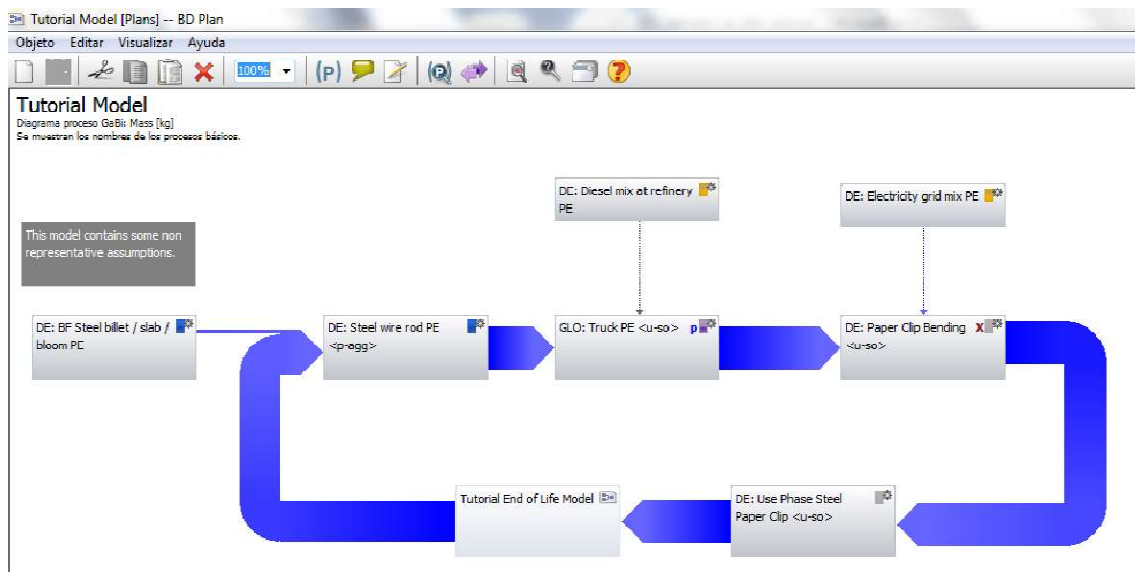


Imagen 5.2 Ejemplo de plano en el programa GaBi.  
Fuente Propia

### 5.2.2. Procesos

Etapas de fabricación o etapas de ACV, se definen mediante sus flujos de entrada y salida. La parte esencial de la fase LCI (Inventario del Ciclo de Vida) consiste en la creación de un diagrama que describe todos los procesos relevantes de un ciclo de vida. Estos procesos estarán definidos por, las entradas y salidas del sistema: Emisiones al aire, agua y suelo. Uso de materias primas (recursos naturales, materiales y combustibles). Productos evitados. Residuos finales para tratamiento. Residuos finales no tratados. Emisiones no materiales (radiación, ruido). Aspectos económicos.

ES: Placa Aislante <u-so> [Construction materials] -- BD Procesos

Objeto Editar Visualizar Ayuda

Nombre: Placa Aislante Fuente: u-so - Unidad de proceso, operac

Parámetros

Parámetros Fórmula Valor Mínimo Máximo Desviaci Coment

ACV VF ACC: 0 EUR ACTT Documentación

Integridad Ningún dato

Entradas

Flujo	Magnitud	Cantidad	Unidad	Mg	Desviaci	Origen	Comentario
Silica flour (fine) [Minerals]	Mass	2,5	kg	X	0 %	(Ningún dato)	
Calcium carbonate (> 63 micron	Mass	2,5	kg	X	0 %	(Ningún dato)	
Rocas Basaltic. [Minerals]	Mass	1,75	kg	X	0 %	(Ningún dato)	
Phenolic resin adhesive [Plastics]	Mass	0,75	kg	X	0 %	(Ningún dato)	
Electricity [Electric power]	Energy (net ca 60		kWh	X	0 %	(Ningún dato)	

Salidas

Flujo	Magnitud	Cantidad	Unidad	Mg	Desviaci	Origen	Comentario
Lana de Roca de 50 mm de espe	Mass	7,5	kg	X	0 %	(Ningún dato)	
Carbon dioxide [Inorganic emissions to	Mass	3	kg		0 %	(Ningún dato)	

Mover la selección actual al portapapeles.

Imagen 5.3 Ejemplo de proceso definido con sus entradas y salidas en el Programa Gabi .Fuente Propia

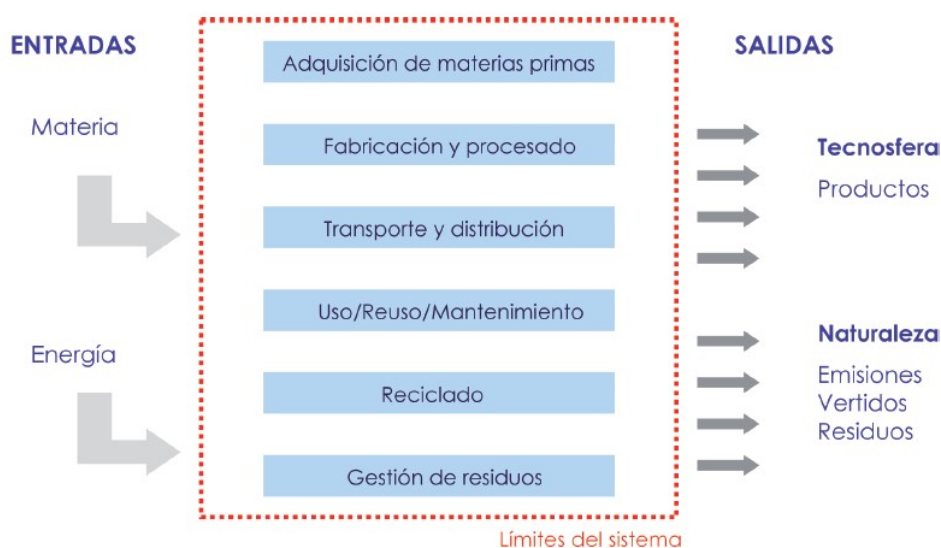


Imagen 5.4 Diagrama de flujo del inventario de Ciclo de Vida SETAC 1991

### 5.2.3. Flujos

Quizás la información más importante de GaBi es la información que llevan los flujos. Son las flechas que conectan los procesos. Los flujos se caracterizan por sus valores en masa, energía y costes. Por ejemplo, GaBi contiene información de flujo para diferentes materias primas, plásticos, metales, las emisiones al aire y al agua y muchos más.

Es importante entender que los flujos contienen la información que le dice a GaBi hasta qué punto una unidad de este flujo contribuye a diferentes categorías de impacto ambiental.

Los flujos conectan los procesos y describen las entradas y salidas en términos de masa, volumen, coste, energía, etc. GaBi cuenta con unos 9.000 flujos aproximadamente.

### 5.3. TRABAJANDO CON GABI:

Pequeño índice de los pasos a seguir con el Programa GaBi Profesional.

#### 5.3.1. Creación de planos según etapas.

El primer paso será crear 3 planos distintos, para poder así evaluar las distintas fases por separado, y por lo tanto como ciclos de vida independientes, los tres planos objeto de estudios son los siguientes:

- A. CV DE VIDA DE LA FABRICACIÓN DEL SATE
- B. CV DEL SATE DESDE LA FABRICA HASTA LA OBRA
- C. PROCESO DE FIN DE VIDA

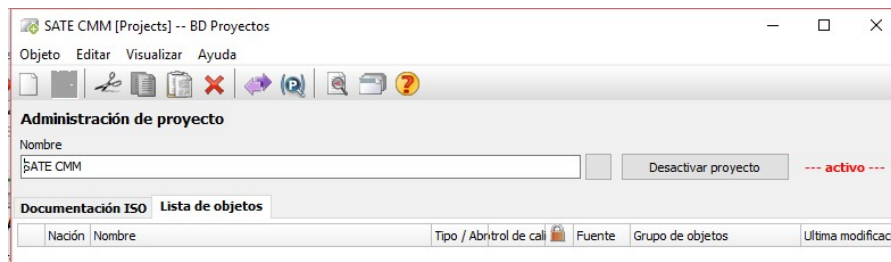
5.3.2. Comparativa a 3; de los Planos anteriores, para evaluar los impactos asociados a cada una de las etapas y poder observar la contribución relativa de cada una de ellas con respecto al total.

#### 5.3.3. Ciclo de Vida Total del Sistema Constructivo.

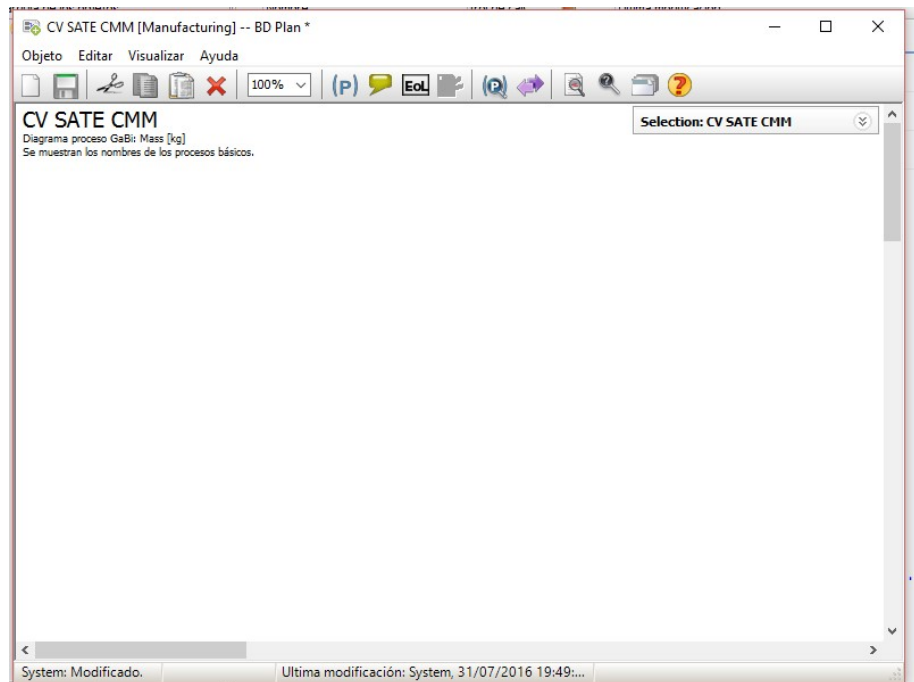
Evaluación completa de nuestro SATE, analizando todas sus etapas en el mismo Ciclo de vida (el Ciclo de Vida real del Sistema Constructivo).

#### 5.3.1. Creación de planos según etapas.

Lo primero que vamos a hacer es activar la base de datos, Y crear un nuevo proyecto, SATE CMM "Proyectos" y activar, luego nos dirigimos a la Planos y desde manufacturing abrimos nuevo vamos a CICLO DE VIDA SATE CMM



**Imagen 5.5 Activar Proyecto Programa GaBi**  
Fuente Propia



**Imagen 5.6 Nuevo Plano en Blanco Programa GaBi**  
Fuente Propia

Perseguimos evaluar los aspectos medioambientales y los impactos potenciales asociados al SATE objeto de estudio, mediante la recopilación de un inventario de las "entradas" y Salidas" relevantes del sistema. Por entrada y salida se entiende cualquier flujo material o energético que es necesario para que el sistema bajo estudio cumpla las funciones para las que está concebido, así como la generación de residuos y emisiones que abandonan dicho sistema.

Generalmente la entradas serán definidas por materiales y energía, y las salidas serán emisiones y producto realizado.

#### **A. CV DE VIDA DE LA FABRICACIÓN DEL SATE**

Para el primero y más laborioso, debemos introducir en nuestro plano, todos los procesos que forman nuestro SATE, que serán los siguientes:

- ✓ Mortero de adhesión, para 1 m<sup>2</sup> y un espesor de 2mm.

- ✓ Revestimiento Mineral, las dos capas una primar de 5mm de espesor y la segynad de 10 mm de espesor:
- ✓ Placa aislante, lana de roca de 5 mm de espesor , en 1 m2 de SATE.
- ✓ Fijación Mecánica, Anclaje de espiga, 6 piezas por m2.
- ✓ Malla de Refuerzo , malla de fibra de vidrio de doble trenzado, peso de 195 g/m2 y espesor 0,66 mm

Cada uno de estos procesos estará definido por sus entradas y salidas, entradas; materiales que lo forman y energía necesaria para su fabricación. Y en salidas las emisiones que se producen como consecuencia de este proceso incluidas las del transporte de las materias primas a fábrica y producto fina.

1 M2 DE SATE queda definido en el Software de la siguiente manera:

Buscar Plan, Procesos  
Directorio: (todo)

Nación	Nombre	Tipo / Abrir de c	Fuente	Grupo de objetos	Ultima modificación
<b>Processes</b> 5					
ES	Mortero de Adhesión	u-so		Construction materials	01/08/2016 9:33:58
ES	Revestimiento Mineral	u-so		Construction materials	31/07/2016 20:54:30
ES	Placa Aislante	u-so		Construction materials	31/07/2016 22:06:50
ES	Malla de Refuerzo	u-so		Construction materials	31/07/2016 23:04:56
ES	Fijación Mecánica	u-so		Plastics	31/07/2016 22:59:41

**Imagen 5.7 Componentes que integran nuestro SATEen GaBi**  
**Fuente Propia**



Ejemplo entradas y salida del SATE compuesto por:

Objeto Editar Visualizar Ayuda

Nombre SATE Fuente u-so - Unidad de proceso, operac

Parámetros

Parámetros Fórmula Valor Mínimo Máximo Desviaci Comenti

ACV VF ACC: 0 EUR ACTT Documentación

Integridad Ningún dato

Entradas

Flujo	Magnitud	Cantidad	Unidad	Má Desviaci	Origen	Comentario
Mortero 2mm de espesor [Paint]	Mass	7,5	kg	X 0 %	(Ningún dato)	
Revestimiento mineral de 15 mm	Mass	19,5	kg	X 0 %	(Ningún dato)	
Lana de Roca de 50 mm de espesor	Mass	7,5	kg	X 0 %	(Ningún dato)	
Andaje de espiga [Plastics]	Number of pieces	6	pcs.	0 %	(Ningún dato)	
Malla 200 Fibra de Vidrio [Materials]	Mass	0,2	kg	X 0 %	(Ningún dato)	
Transport [Others]	kgkm	1,74E004	kgkm	0 %	(Ningún dato)	

Flujo

Salidas

Flujo	Magnitud	Cantidad	Unidad	Má Desviaci	Origen	Comentario
1 m2 de SATE [Systems]	Number of pieces	1	pcs.	X 0 %	(Ningún dato)	

Flujo

Crear un nuevo objeto

Imagen 5.8 Ejemplo de entradas y salidas Programa GaBi  
Fuente Propia

La apariencia de nuestro plano en GABI es la siguiente:

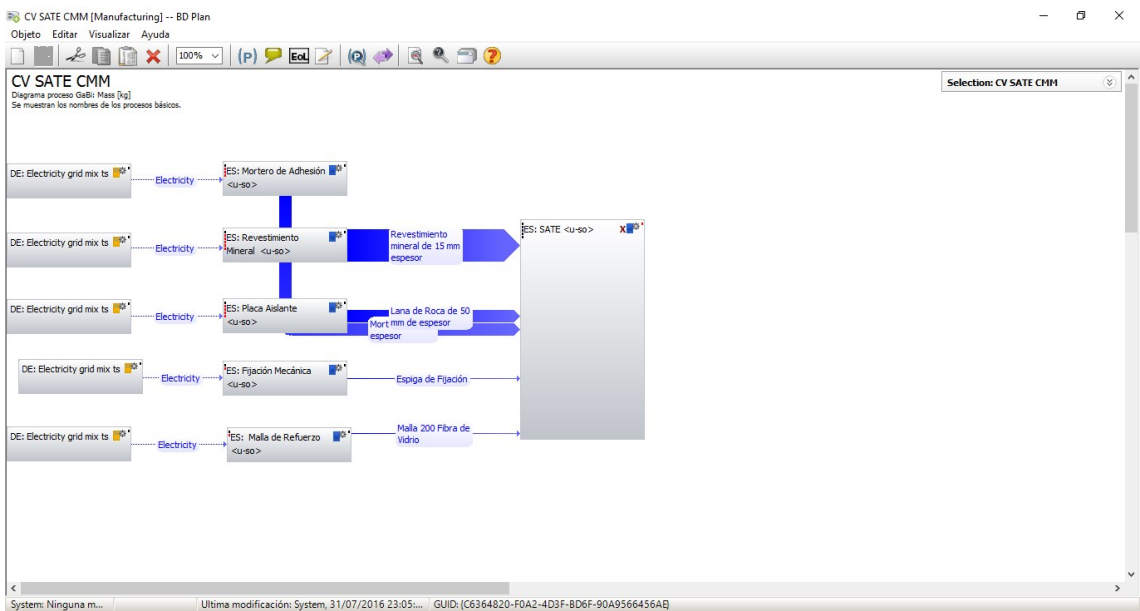
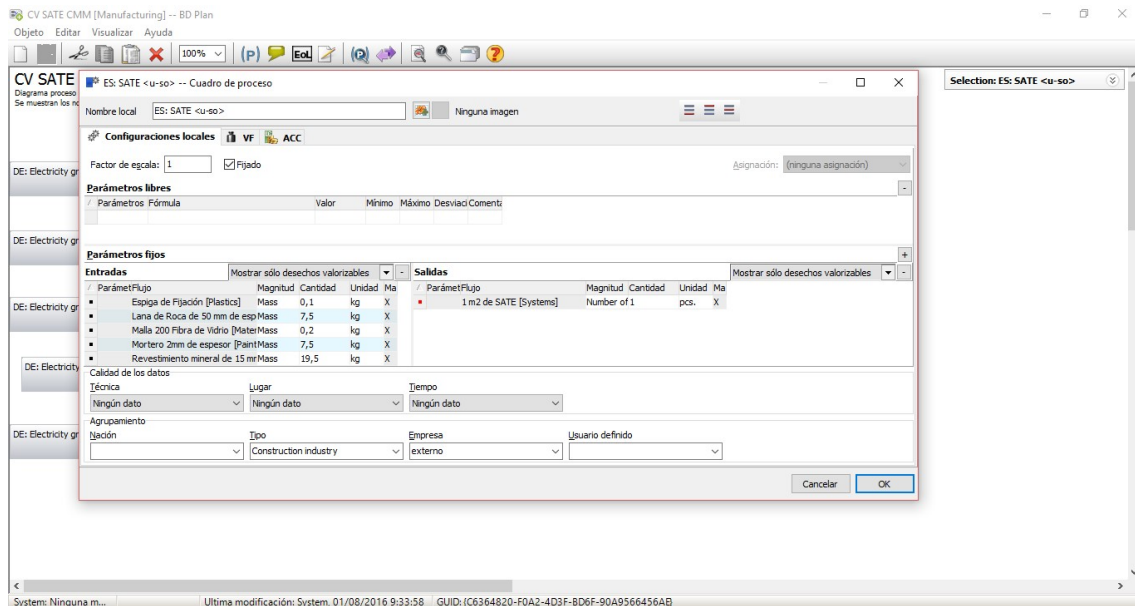


Imagen 5.9 Procesos y Flujos definidos en el Plano. Programa GaBi  
Fuente Propia

Como punto muy importante dentro del software hay que introducir cuál es mi proceso de Referencia, y mi unidad funcional que será 1 m2 de SATE Weber. Therm acoustic acabado

mineral en capa gruesa, para ello fijamos Factor de escala 1. Este proceso será fijo, lo que significa que se calculará todo en relación a él y con la cantidad que hemos fijado.



**Imagen 5.10 Activación del factor de Escal .Programa GaBi  
Fuente Propia**

Ya estamos en posición de calcular balances (del CV Etapa fabricación de SATE), los resultados serán mostrados en el siguiente apartado del presente TFM.

Continuamos con la explicación de Gabi, y de los pasos llevados a cabo en este Proyecto:

## **B. CV DEL SATE DESDE LA FABRICA HASTA LA OBRA**

Creación del plano "CV DEL SATE DESDE LA FABRICA HASTA LA OBRA, lo que pretendemos es evaluar solo el transporte.



**Imagen 5.11 Nuevo Plano transporte.Programa GaBi  
Fuente Propia**

Hemos estimado 300 Km desde la fábrica hasta obra, y es kg = 34,7 que pesan todos los componentes de 1 m2 de SATE x los 300 Km.

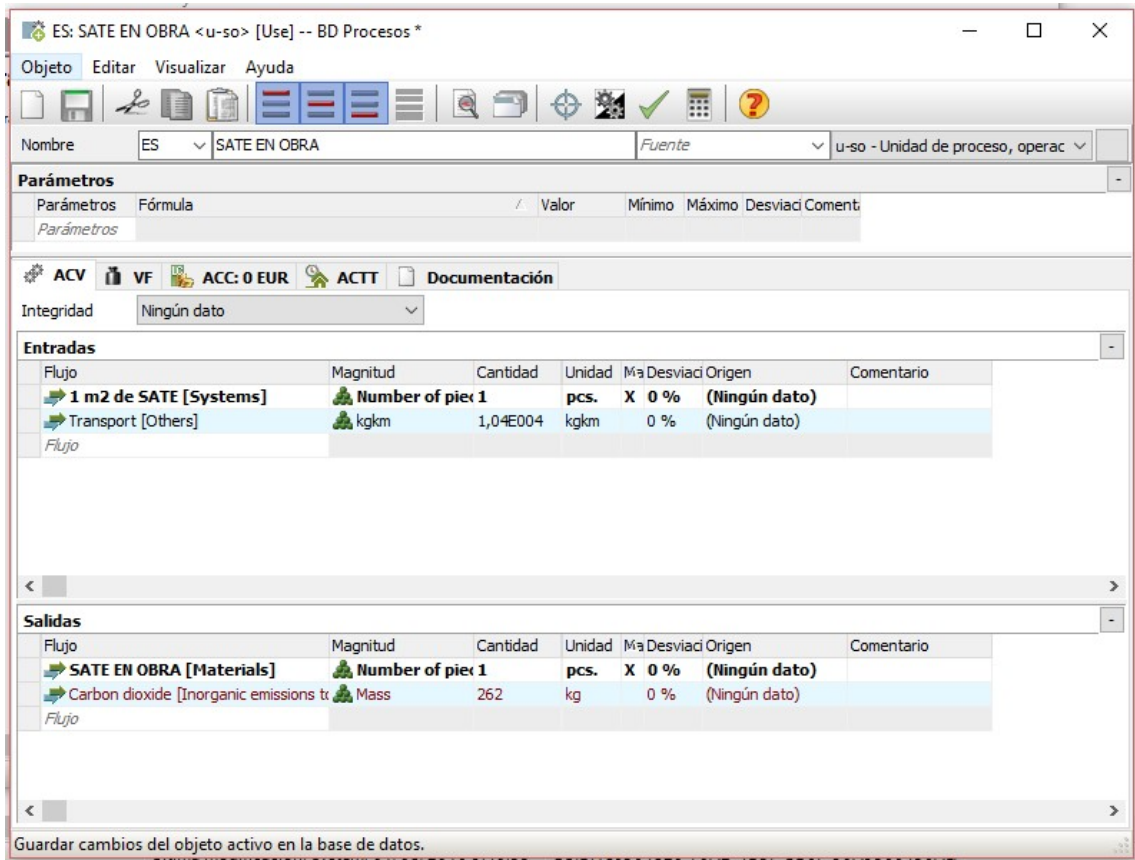


Imagen 5.12 Definición de Parámetros. Programa GaBi  
Fuente Propia

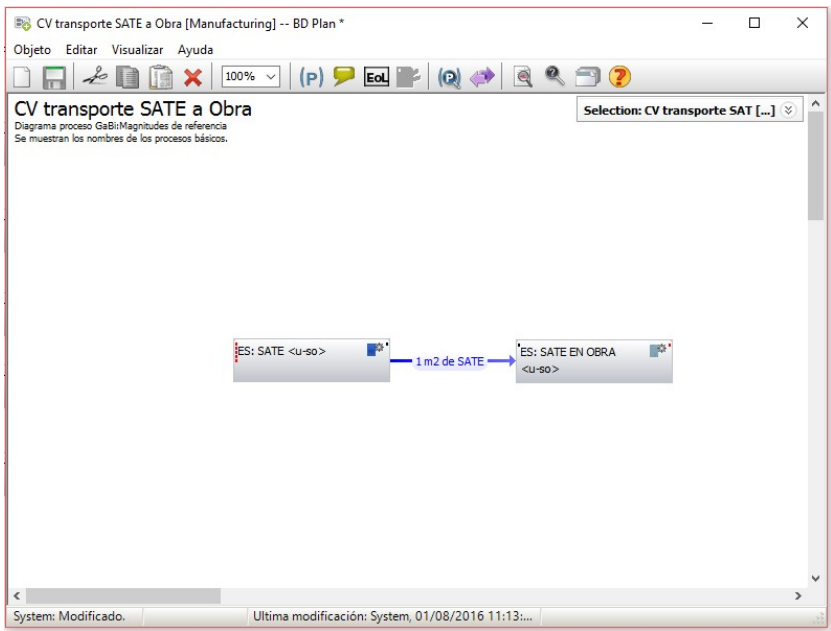


Imagen 5.13 Plano Transporte Creado. Programa GaBi  
Fuente Propia

Fijamos nuevamente el factor de referencia. SATE en obra.

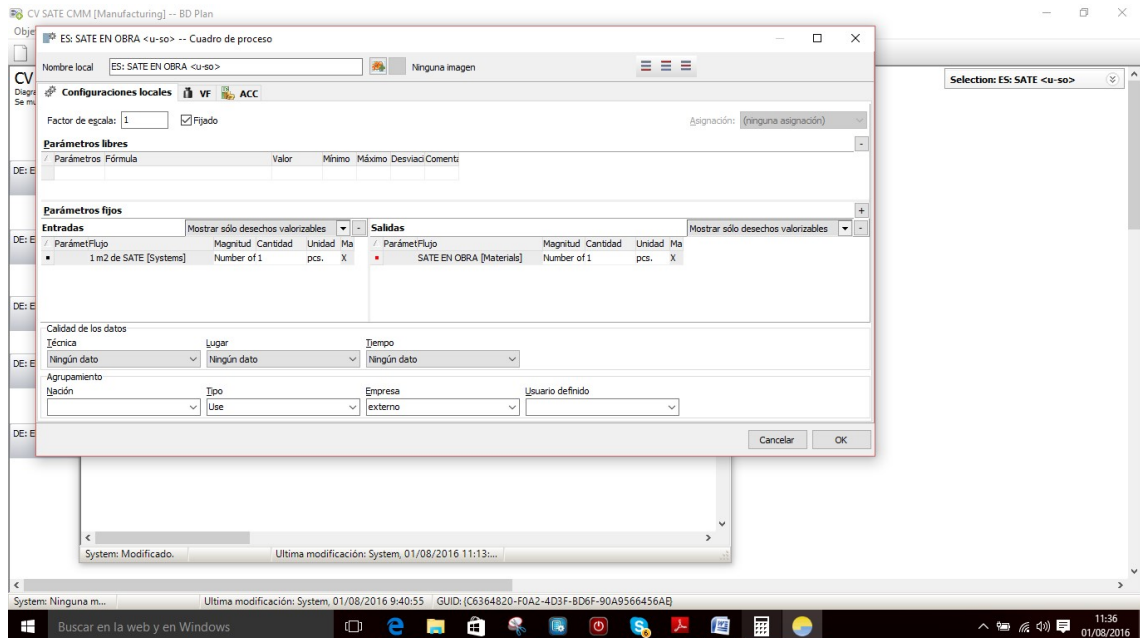


Imagen 5.14 Factor de escala Fijado. Programa GaBi  
Fuente Propia

### C. PROCESO DE FIN DE VIDA

Para ello ahora vamos a jerarquía de elementos; y abrimos un nuevo plano que le llamaremos fin de vida del SATE, donde vamos a analizar desde el momento en el que el SATE llega a obra, hasta cuando se desecha.



Imagen 5.14 Plano para la Fase de Fn de Vida. Programa GaBi  
Fuente Propia

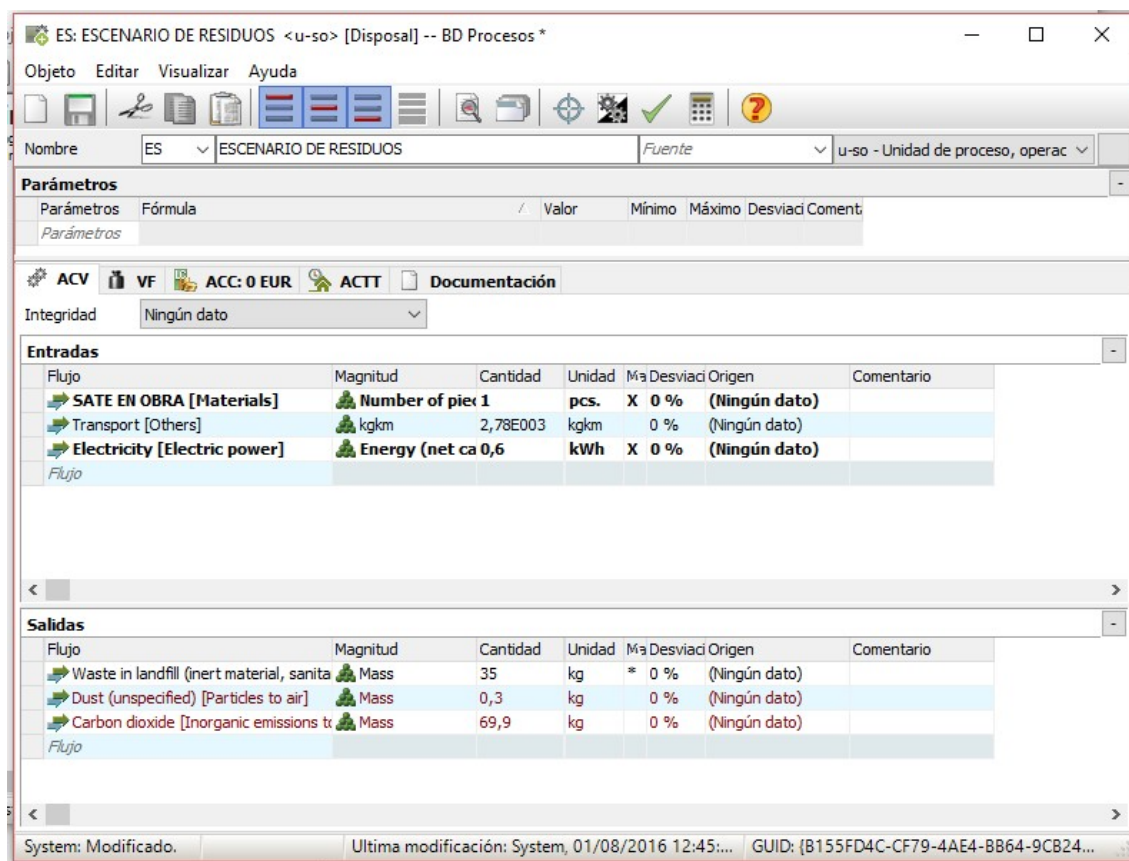


Imagen 5.15 Definición del escenario de residuos. Programa GaBi  
Fuente Propia

### 5.3.2. Comparativa a 3

Una vez obtenidos los resultados anteriores el siguiente paso será hacer una comparación de los tres planos en GaBi para evaluar los impactos asociados a cada una de las etapas y así observar la contribución relativa de cada una de ellas con respecto al total.

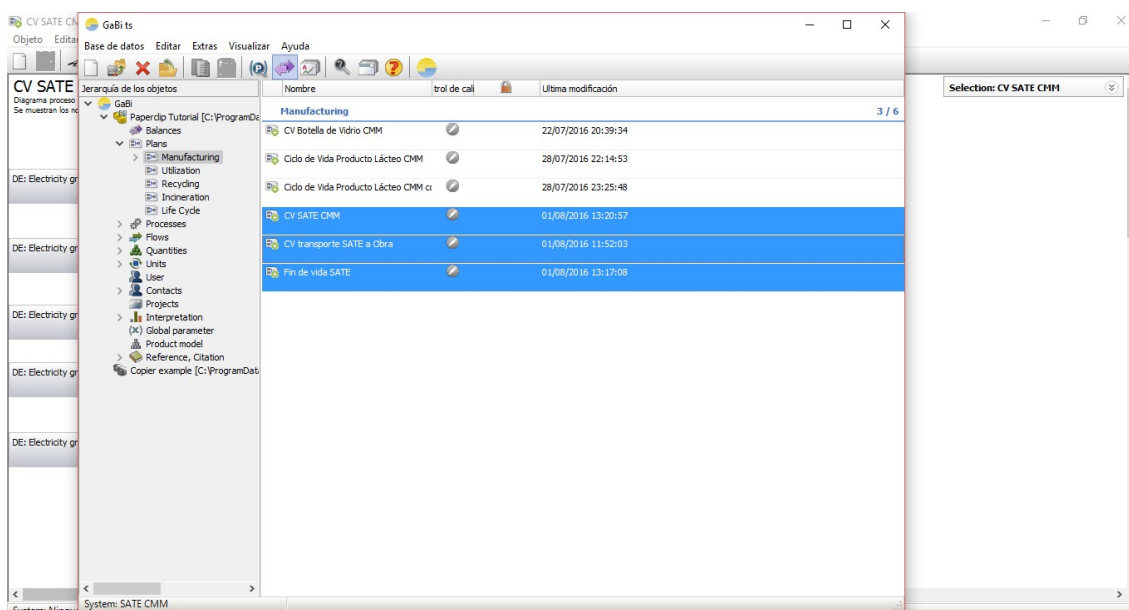


Imagen 5.16 selección de los planos a comparar .Programa GaBi  
Fuente Propia

### 5.3.3. Ciclo de Vida Total del Sistema Constructivo.

Y el último paso será la evaluación completa de nuestro SATE, analizando todas sus etapas en el mismo Ciclo de vida lo que denominaremos "el Ciclo de Vida real del Sistema Constructivo".

Esta es la apariencia en GABI del plano Ciclo de vida de nuestro SATE completo, incluyendo todas las etapas desde la cuna a la tumba.

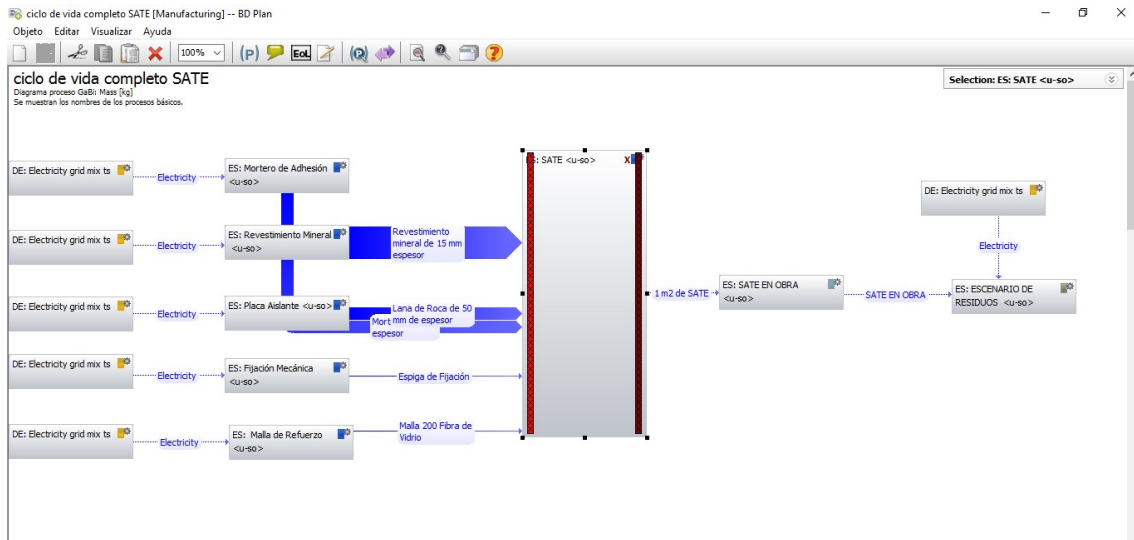


Imagen 5.16 Visión Del CV Completo. Programa GaBi  
Fuente Propia



## 6. RESULTADOS

Evaluación de impactos e interpretación las categorías de impactos.

### 6.1.Resultados del CV de vida de la fabricación del SATE

#### 6.1.1 ILCD 2011

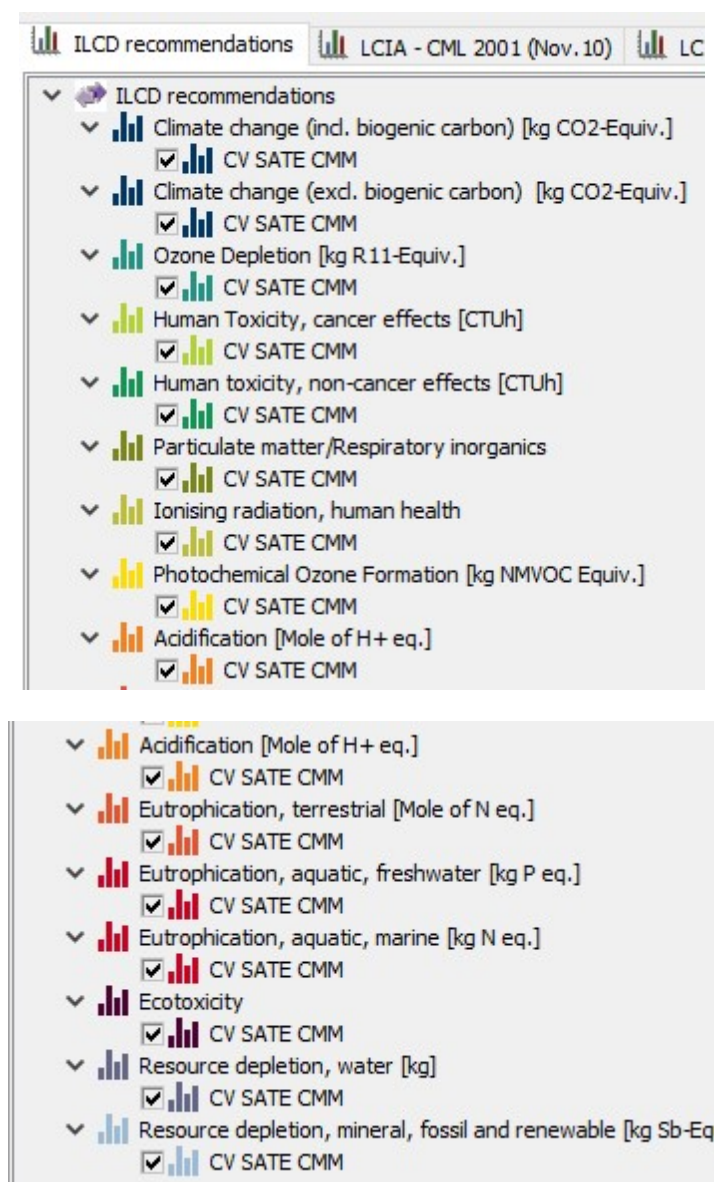
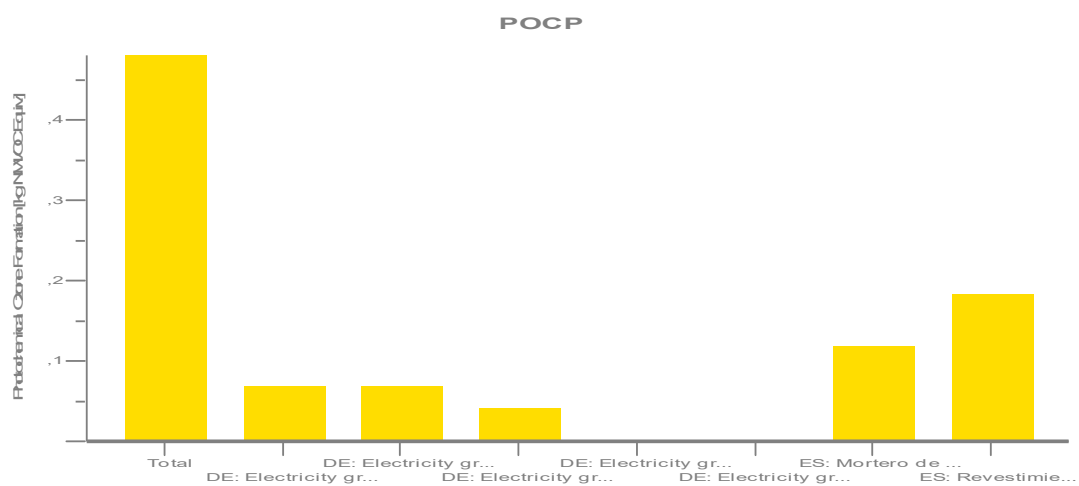
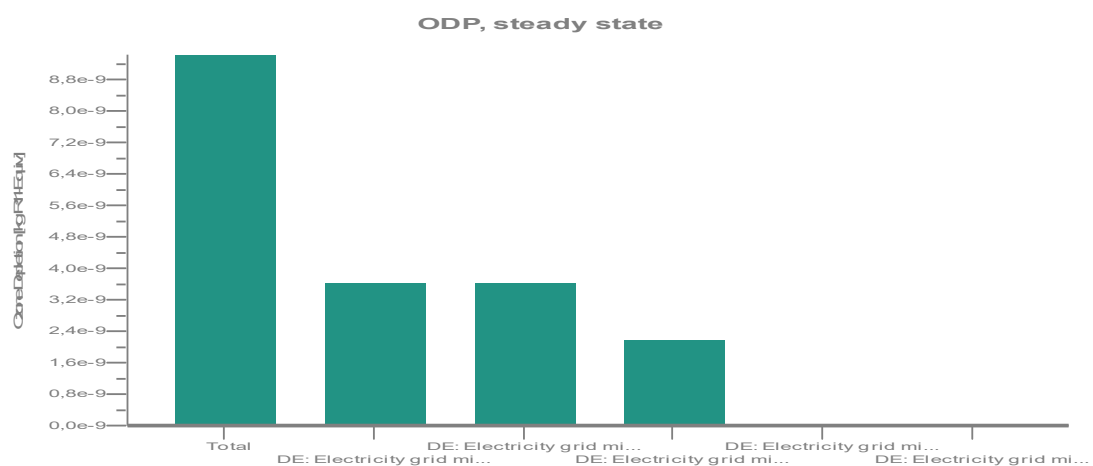
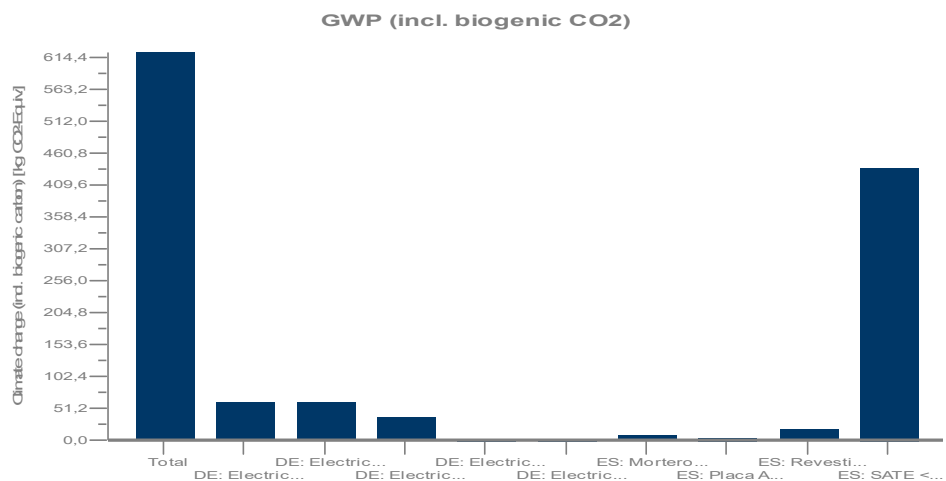
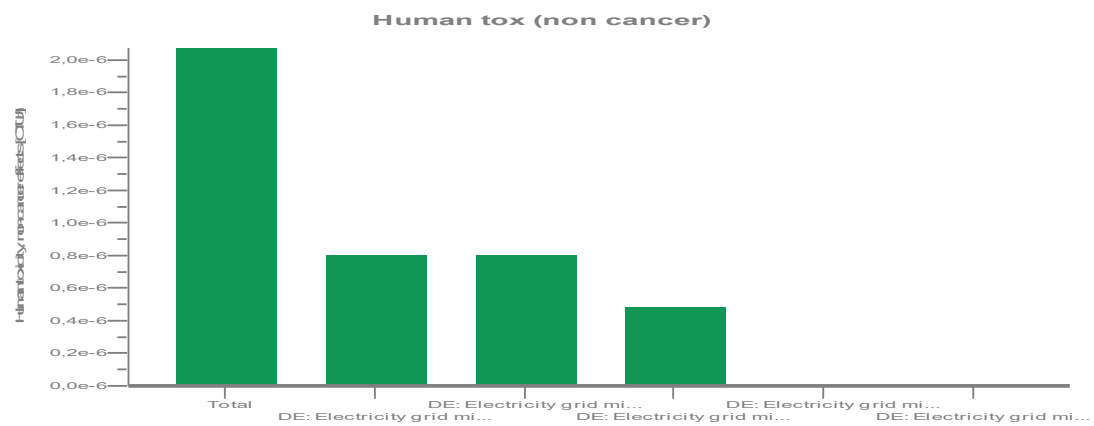
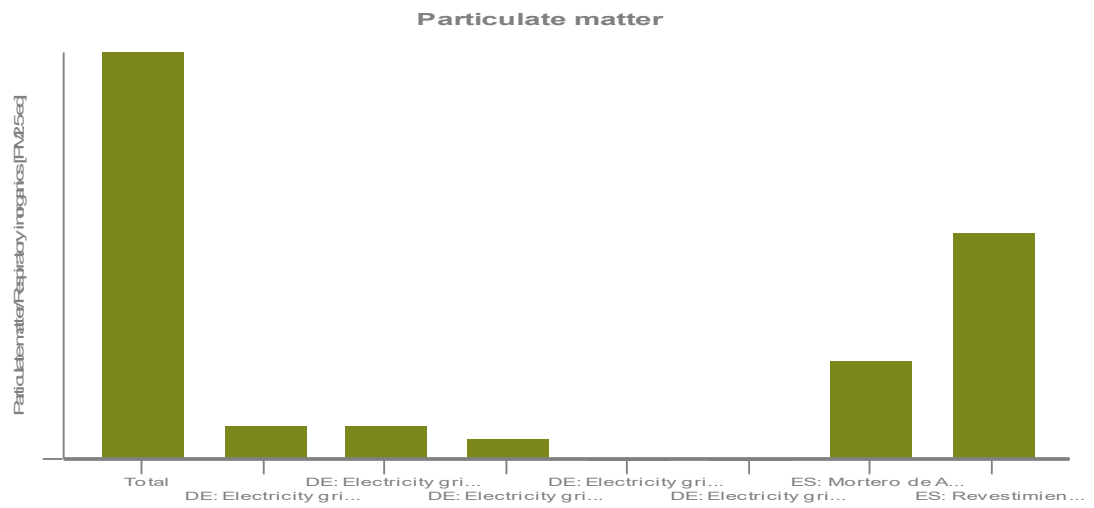
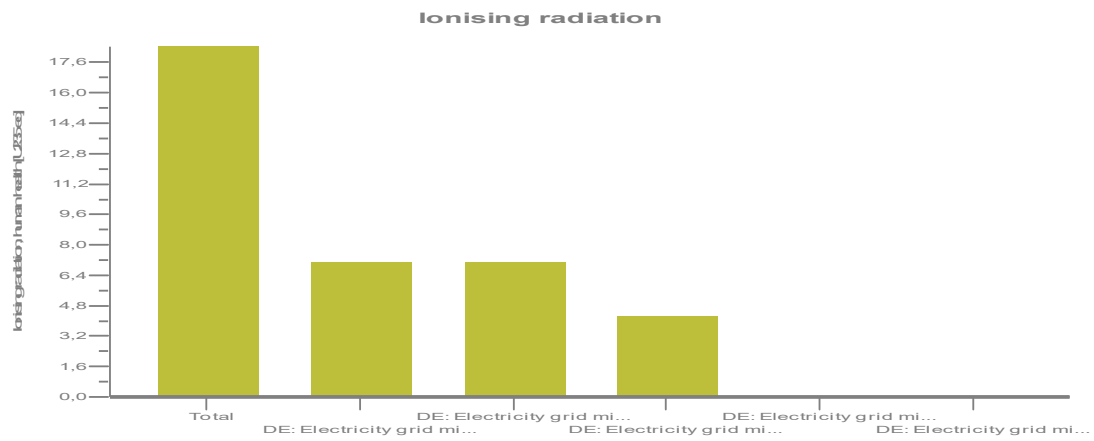
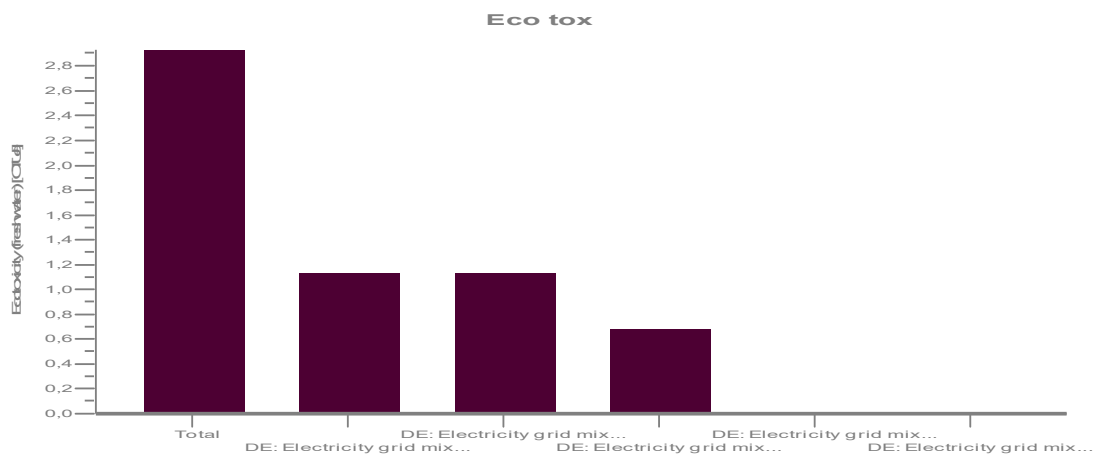
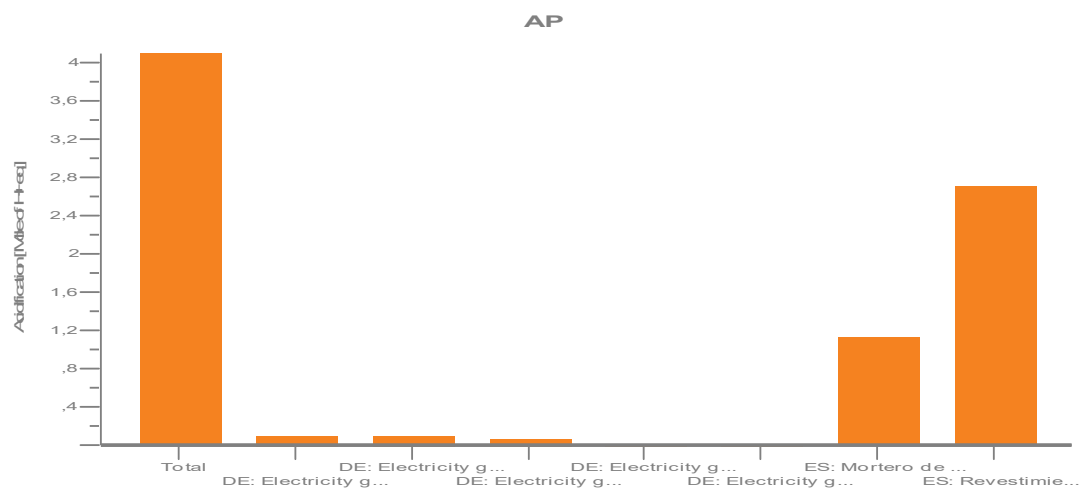
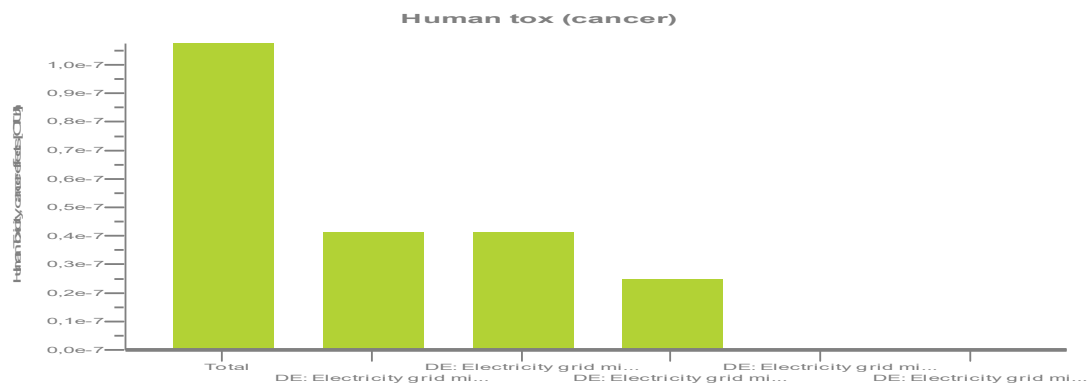


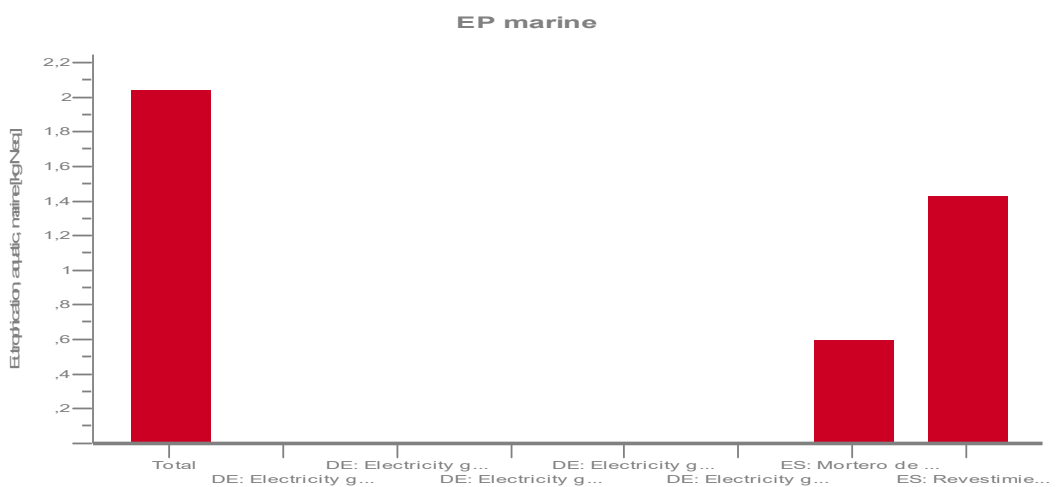
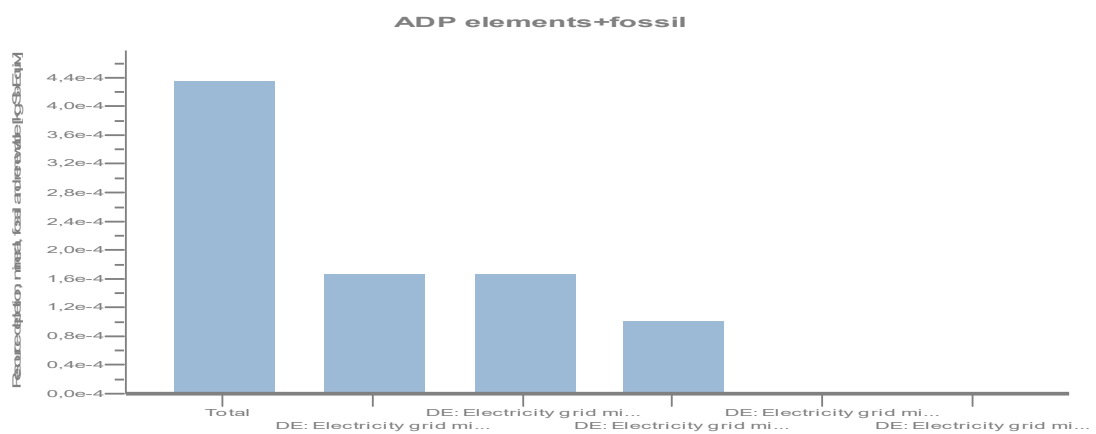
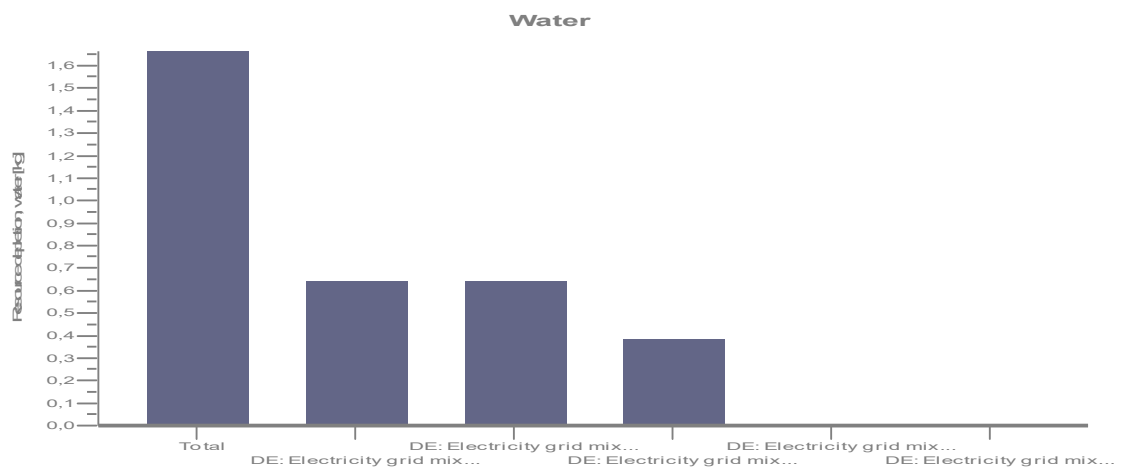
Imagen 6.1 Lista de las categorías de impactos que le pedimos que nos calcule Programa GaBi.  
Según Metodología ILCD  
Fuente Propia

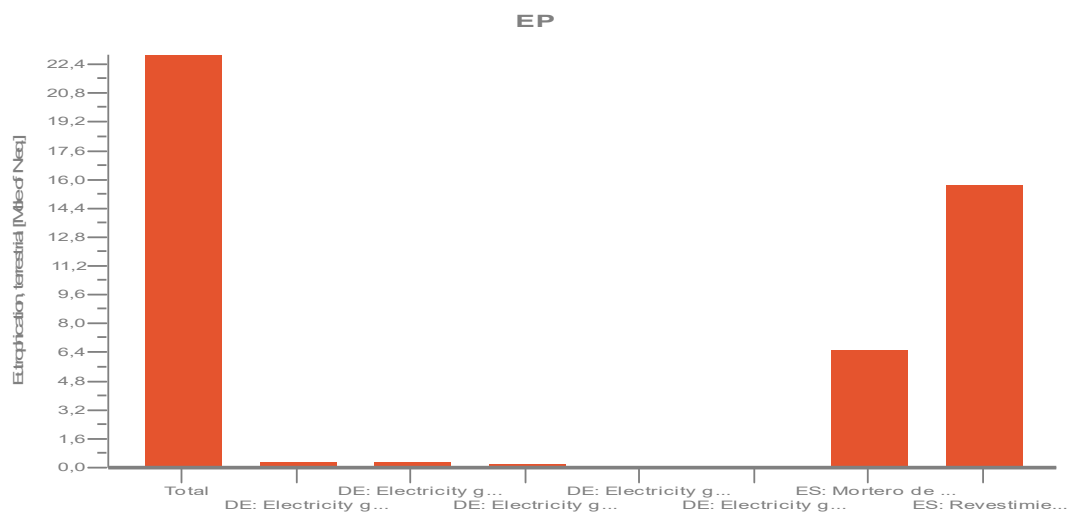
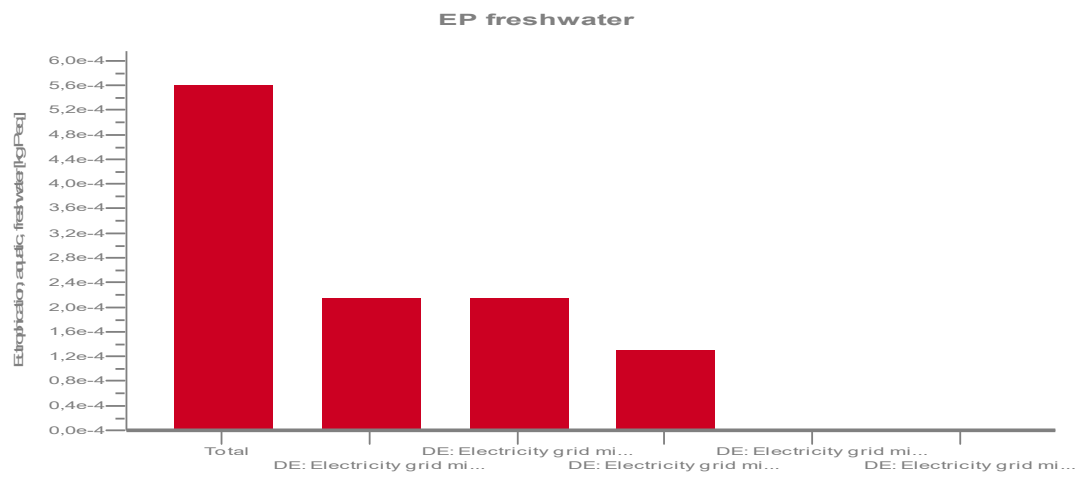








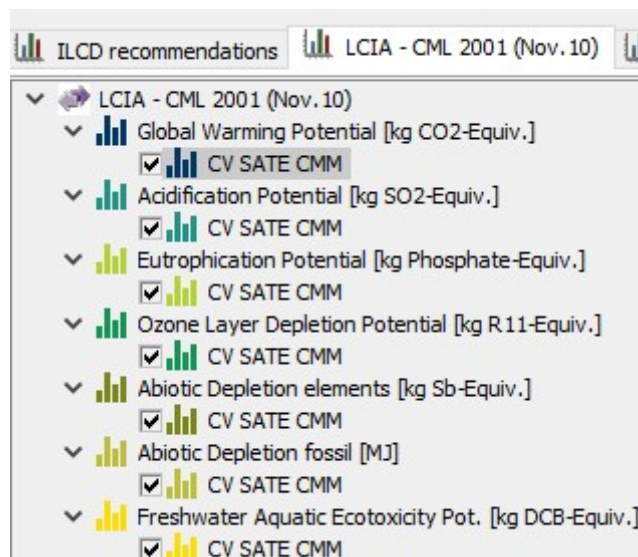




CATEGORÍA	INDICADOR	TOTAL
Climate Change (incl. biogenic carbon)	Kg CO2- Equiv.	622
Ozone Depletion	Kg R11 - Equiv.	9,43e <sup>-9</sup>
Human Toxicity, cancer effects	CTUh	1,07e <sup>-7</sup>
Human Toxicity, non-cancer eff.	CTUh	2,07e <sup>-6</sup>
Particulate Matter/Respiratory I.	Kg PM2,5	0,0504
Ionising Radiation	KBq	18,4
Photochemical Ozone Formation	Kg NMVOC Equiv.	0,48
Acidification	Mole of H + eq.	4,1
Eutrophication, terrestrial	Mole of H + eq.	22,9
Eutrophication, acuatic fresh water	Kg P Eq.	5,59e <sup>-4</sup>
Eutrophication, acuatic marine	Kg N Eq.	2,04
Ecotoxicity	CTUe	2,93
Resource Depletion, water	Kg	1,66
Resource Depletion mineral fossil and renewable	Kg Sb - Eq.	4,34e <sup>-4</sup>

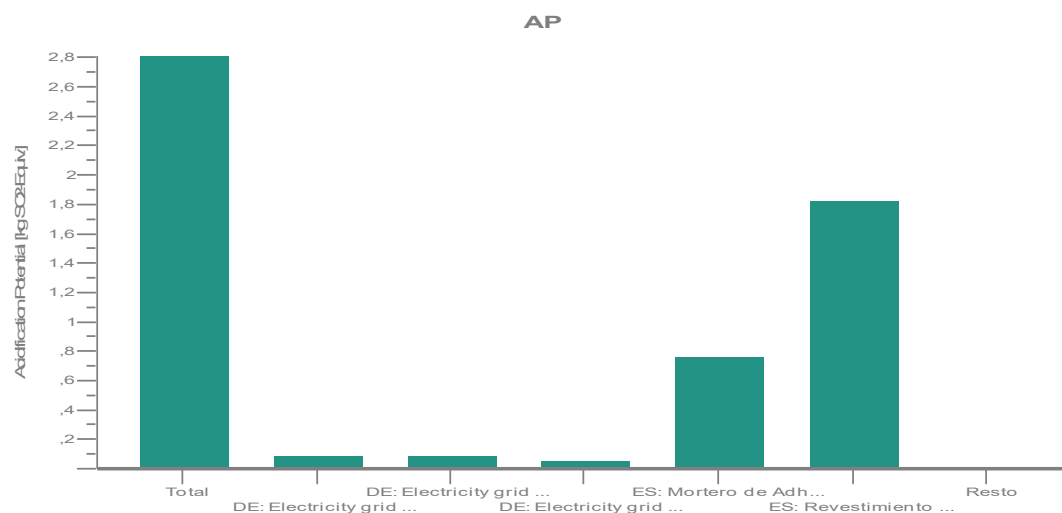
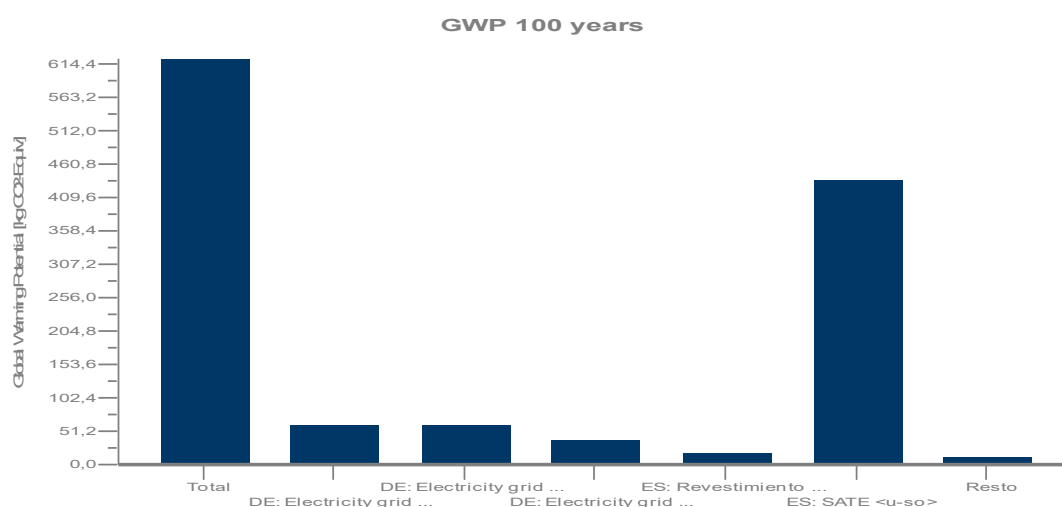
Tabla 6.1 Evaluación de las categorías de impacto (ILCD 2011) del SATE  
Fuente Propia

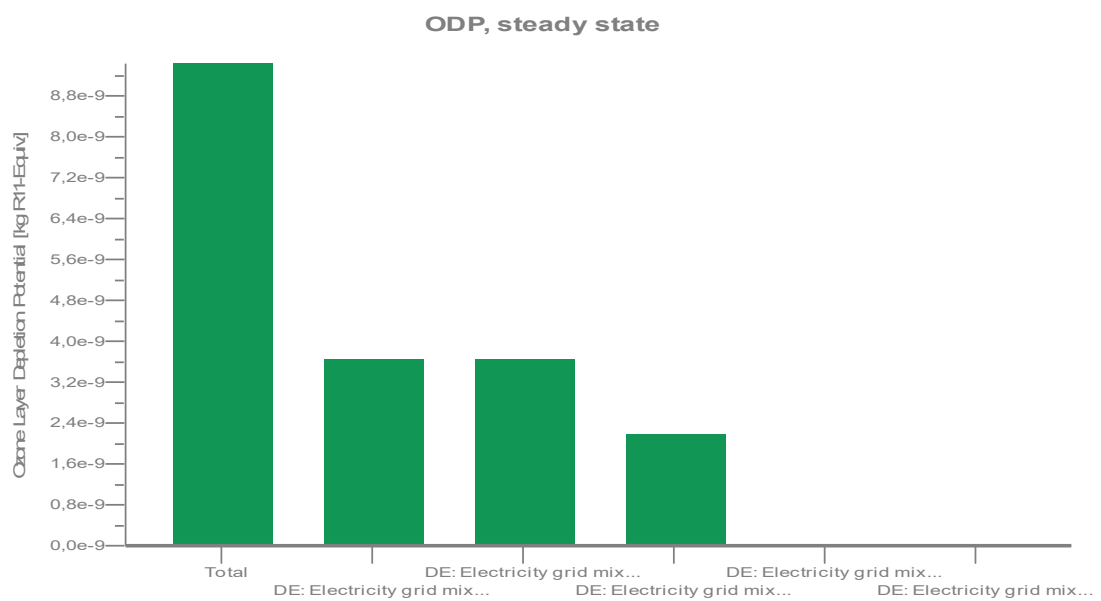
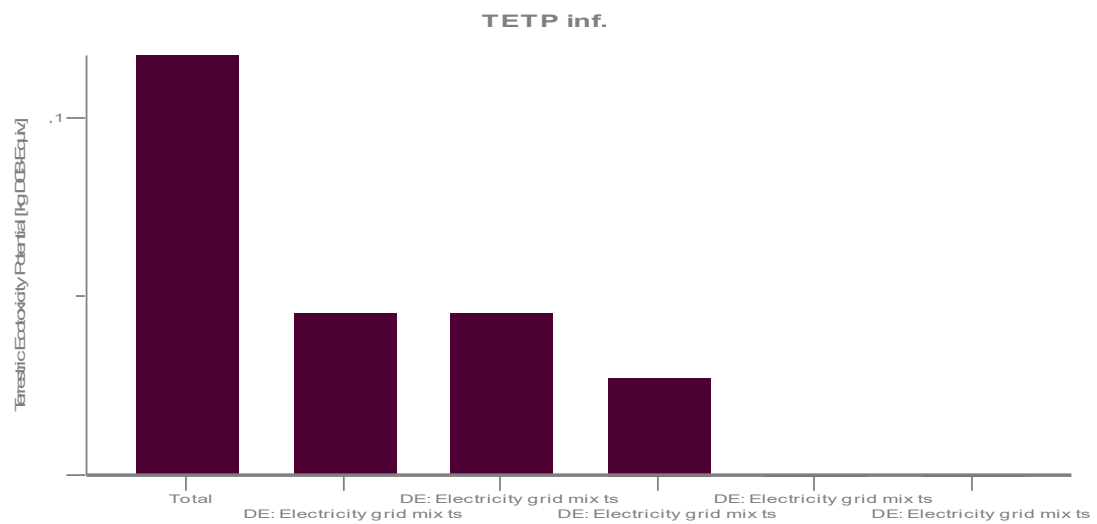
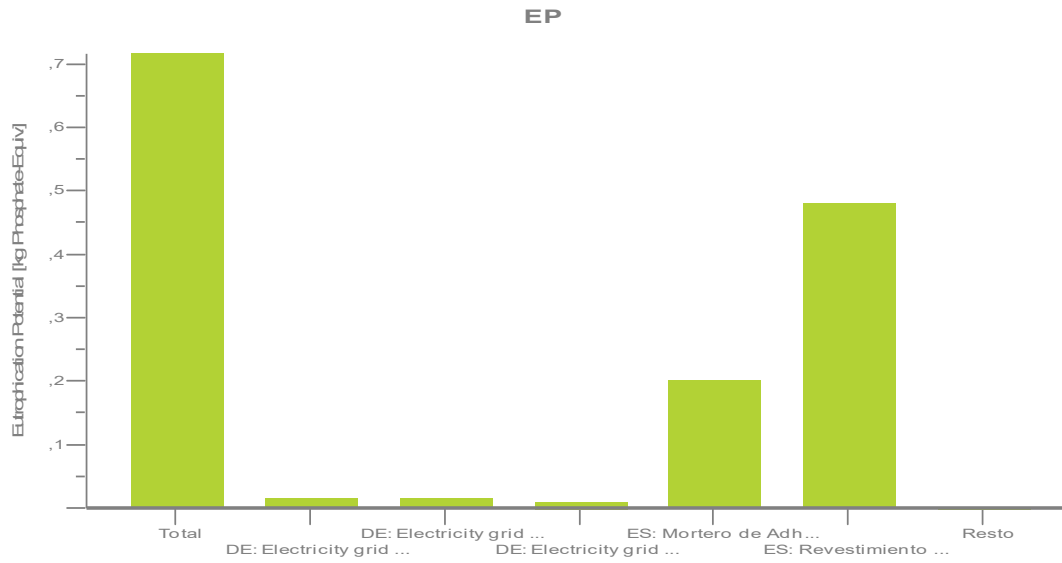
### 6.1.2 CML 2001

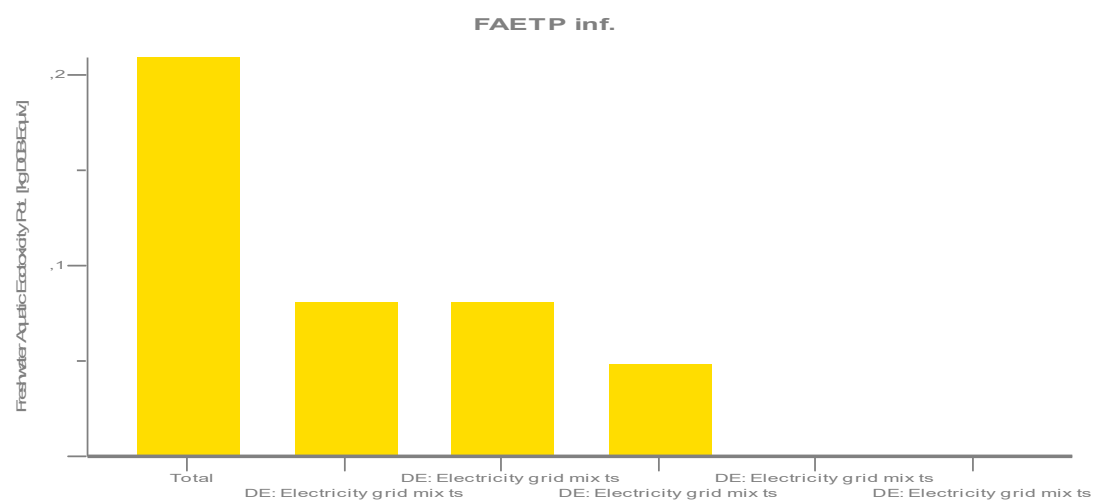
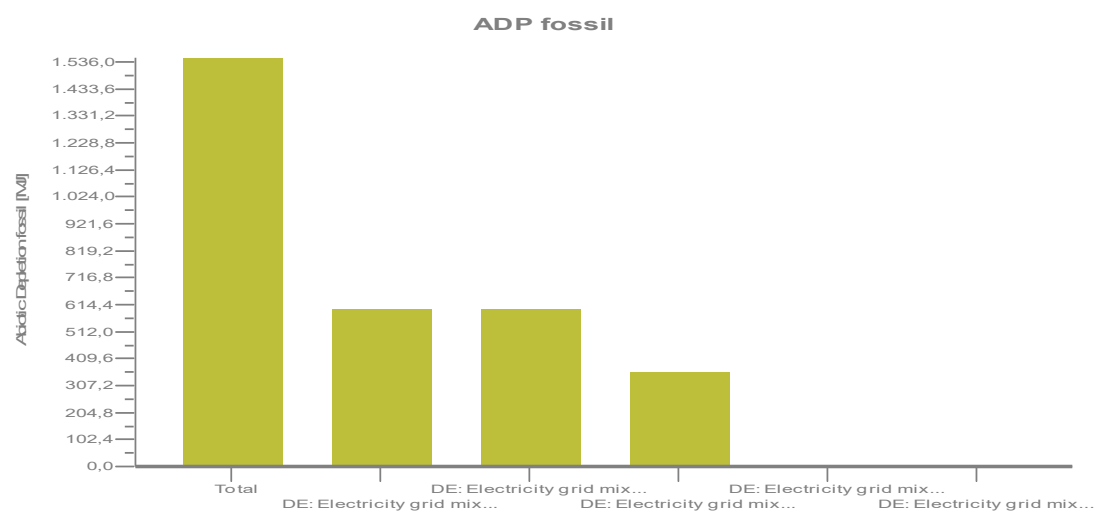
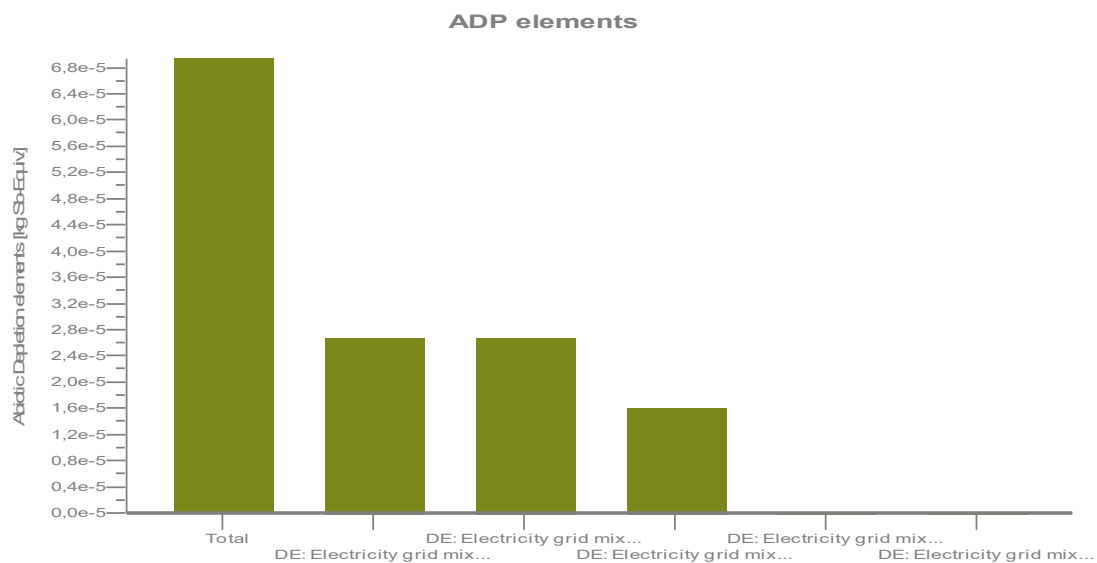


- ▼  Human Toxicity Potential [kg DCB-Equiv.]  
☒  CV SATE CMM
- ▼  Marine Aquatic Ecotoxicity Pot. [kg DCB-Equiv.]  
☒  CV SATE CMM
- ▼  Photochem. Ozone Creation Potential [kg Ethene-Equiv.]  
☒  CV SATE CMM
- ▼  Terrestrial Ecotoxicity Potential [kg DCB-Equiv.]  
☒  CV SATE CMM

Imagen 6.2 Lista de las categorías de impactos que le pedimos que nos calcule Programa GaBi.  
Según Metodología CML 2001  
Fuente Propia

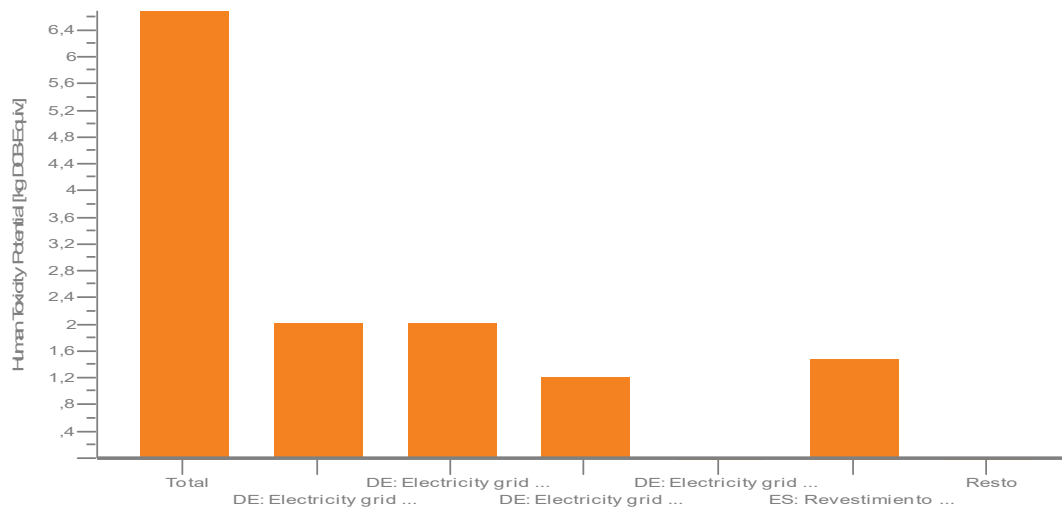




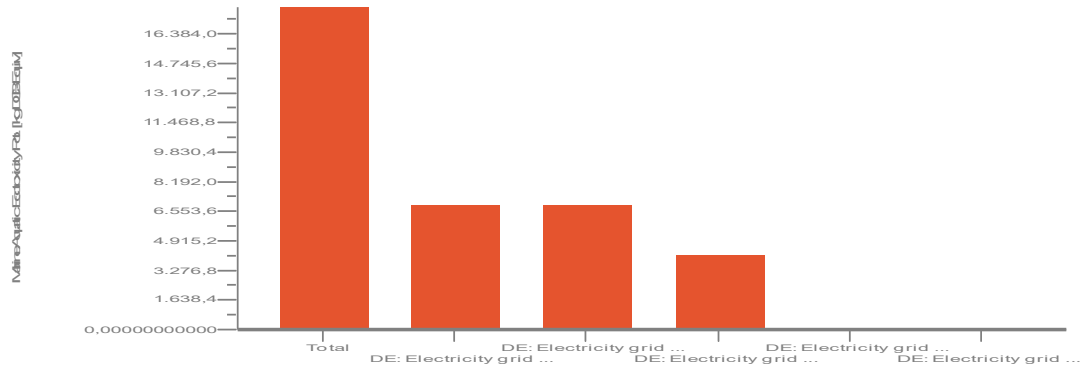




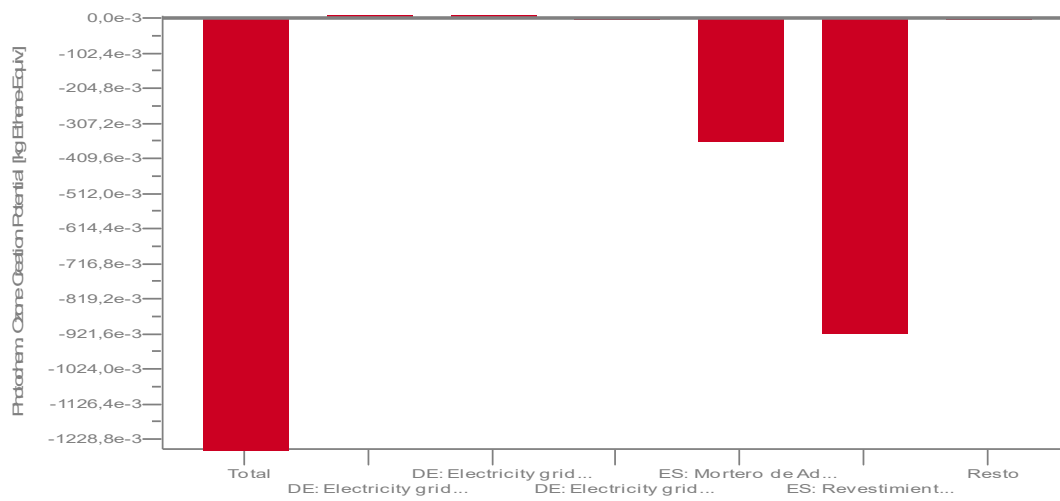
### HTP inf.



### MAETP inf.



### POCP



CATEGORÍA	INDICADOR	TOTAL
Global Warming Potencial	Kg CO2- Equiv.	622
Acidification Potencial	Kg SO2- Equiv.	2,81
Eutrophication Potencial	Kg Phosphate - Equiv.	0,716
Ozone Layer Depletion Potencial	Kg R11- Equiv.	9,43e^-9
Abiotic Depletion Elements	Kg Sb - Eq.	6,94e^-5
Abiotic Depletion fossil	MJ	1,55e^003
FreshWater Acuatic ecotoxicity	Kg DCB- Equiv	0,209
Human Toxicity Potencial	Kg DCB- Equiv	6,69
Marine Acuatic Ecotoxicity	Kg DCB- Equiv	1,79e^004
Photochem Ozone Creation potencial	Kg Ethene - Equiv.	-1,26e^10-3
Terrestic Ecotoxicity Potencial	Kg DCB- Equiv	0,118

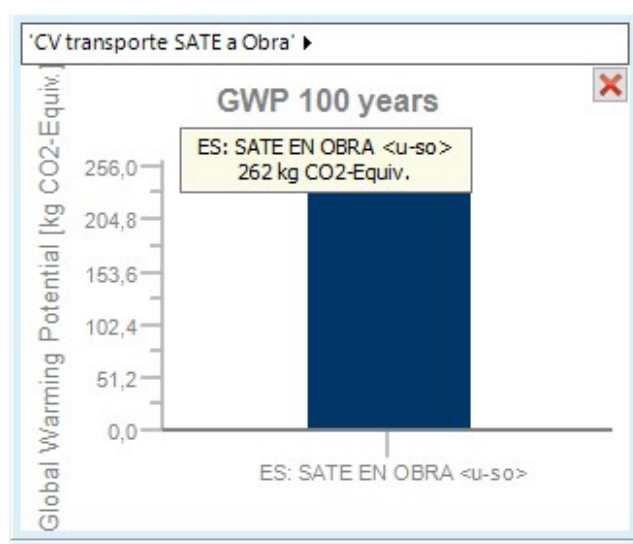
Tabla 6.2 Evaluación de las categorías de impacto (CML 2001) del SATE  
Fuente Propia

## 6.2. Resultados CV del SATE desde la fábrica hasta la obra

Ahora mostramos los resultados de Ciclo de Vida correspondiente del transporte desde la Fábrica Weber Melide a obra, que es un estimación.

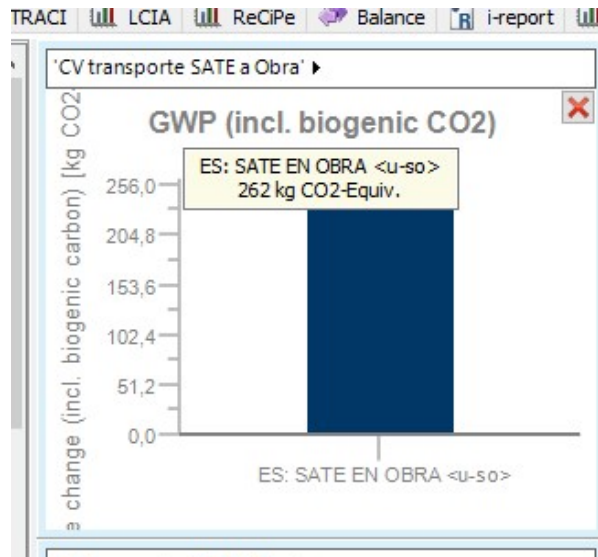
### 6.2.1 CML 2001

Resultado de la Metodología CML , gráfica correspondiente a Potencial de Calentamiento global a 100 años en Kg de CO2 equivalente, el significado es que como estamos analizando un transporte los impactos asociados a él son solo representados en esta gráfica.



### 6.2.2. ILCD 2011

Metodología ILCD, donde el resultado es idéntico al de la gráfica CML:

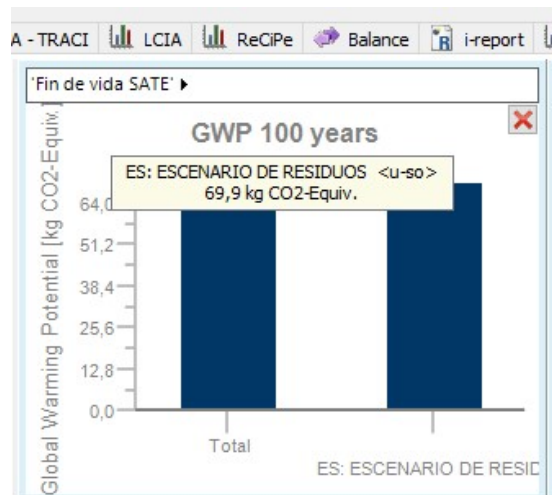


### 6.3. Resultados de Proceso de fin de vida:

Se muestran los resultados de Ciclo de Vida correspondiente a las etapas de transporte desde la Obra hasta el lugar de tratamiento de los residuos .Y del correspondiente Vertido.

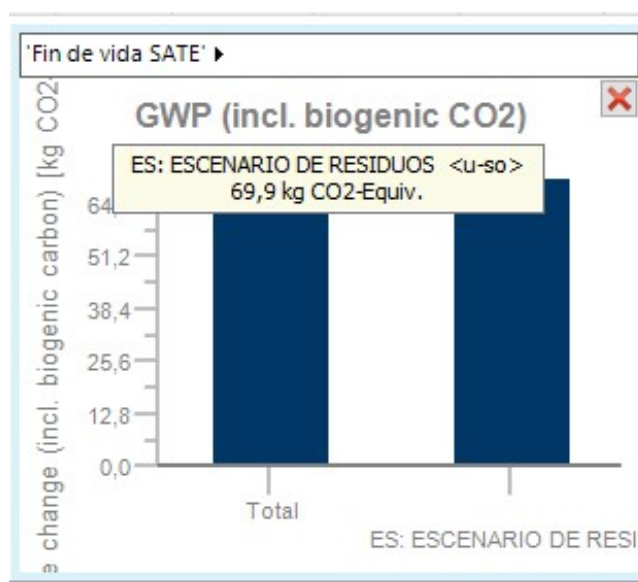
#### 6.3.1 CML 2001

Resultado de la Metodología CML , grafica correspondiente a Potencial de Calentamiento global a 100 años en Kg de CO2 equivalente, el significado es que como estamos analizando un transporte los impactos asociados a el son solo....



### 6.3.2 ILCD 2011

Resultados ILCD, este es el cálculo de nuestro plano fin de vida idéntico al de la Metodología CML



### 6.4. Resultados Comparativa a 3

donde lo más destacado es:

The screenshot shows the GaBi software interface with a sidebar on the left containing a tree view of project components: Life Cycle, Processes, Flows, Quantities, Units, User, Contacts, Projects, Interpretation, and Global parameter. The main window displays a table with three selected plans for comparison.

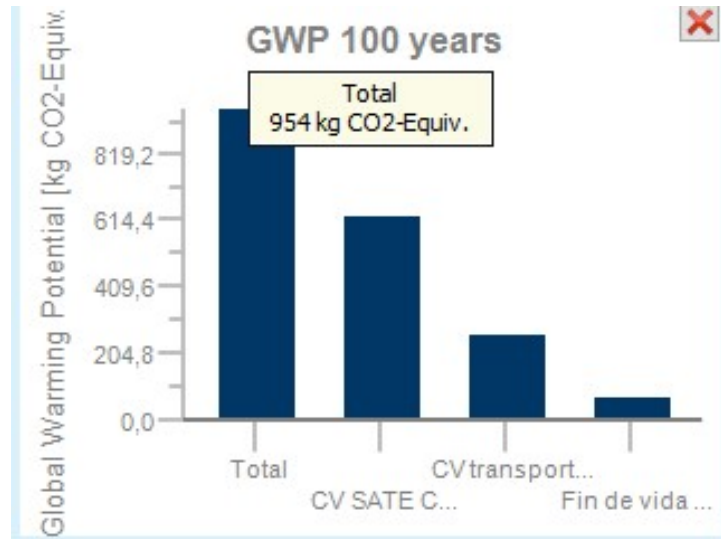
Plan	Fecha
CV SATE CMM	01/08/2016 13:20:57
CV transporte SATE a Obra	01/08/2016 11:52:03
Fin de vida SATE	01/08/2016 13:17:08

Imagen 6. 3 Selección de los 3 planos a comparar .Programa GaBi  
Fuente Propia

La comparación nos permite evaluar los impactos asociados a cada una de las etapas y se puede observar la contribución relativa de cada una de ellas con respecto al total.

#### 6.4.1 CML 2001 e ILCD 2011

La Grafica es la misma para la Metodología CML como para la ILCD sobre el potencial de Calentamiento Global expresado en CO2 equivalente, especial atención recibe el proceso de Fabricación del SATE por ser el de mayor cantidad de emisiones producidas.



#### 6.5. Resultados del Ciclo de Vida Total del Sist. Constructivo.

Se muestran a continuación los resultados de la evaluación completa de nuestro sistema constructivo, es decir, los resultados de analizar todas las etapas en el mismo ciclo de vida (el ciclo de vida real del SATE ).

- A1. Suministro de materias primas,
- A2. Transporte,
- A3. Fabricación,
- A4. Transporte (hasta obra),
- C2. Transporte (hasta tratamiento de fin de vida),
- C4. Vertido

### 6.5.1. ILCD 2011

Nombre

ILCD recommendations
 LCIA - CML 2001 (Nov. 10)
 L

ILCD recommendations
 

- Climate change (incl. biogenic carbon) [kg CO2-Equiv.]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Climate change (excl. biogenic carbon) [kg CO2-Equiv.]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Ozone Depletion [kg R11-Equiv.]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Human Toxicity, cancer effects [CTUh]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Human toxicity, non-cancer effects [CTUh]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Particulate matter/Respiratory inorganics
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Ionising radiation, human health
  - ☒ ciclo de vida completo SATE
- Photochemical Ozone Formation [kg NMVOC Equiv.]
  - ☒ ciclo de vida completo SATE

Acidification [Mole of H+ eq.]
 

- ☒ ciclo de vida completo SATE

Eutrophication, terrestrial [Mole of N eq.]
 

- ☒ ciclo de vida completo SATE

Eutrophication, aquatic, freshwater [kg P eq.]
 

- ☒ ciclo de vida completo SATE

Eutrophication, aquatic, marine [kg N eq.]
 

- ☒ ciclo de vida completo SATE

Ecotoxicity
 

- ☒ ciclo de vida completo SATE

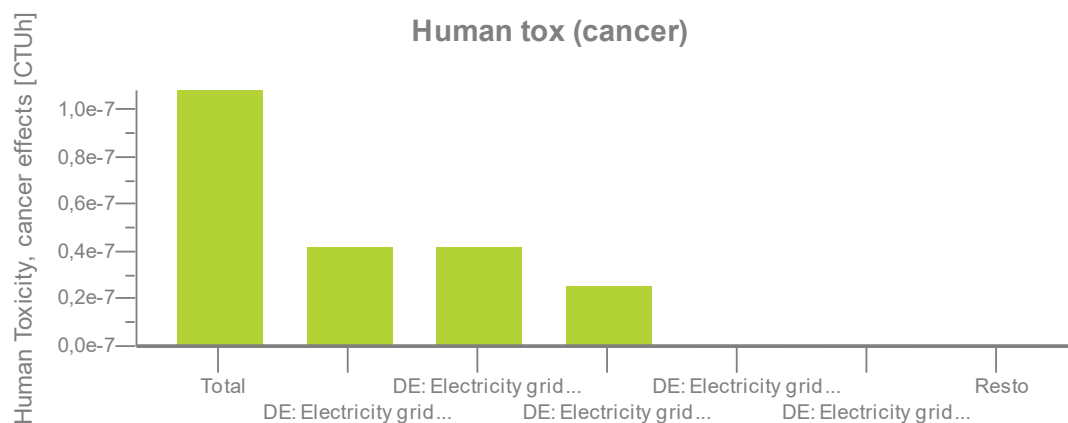
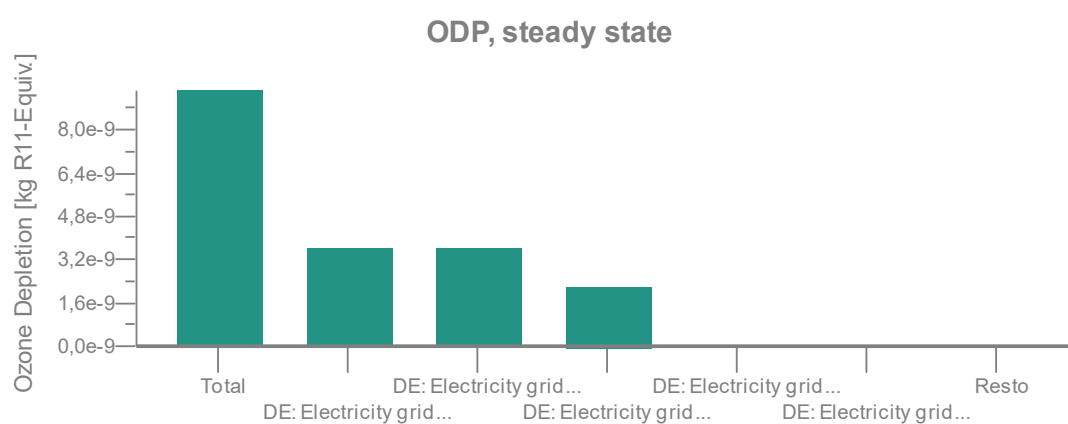
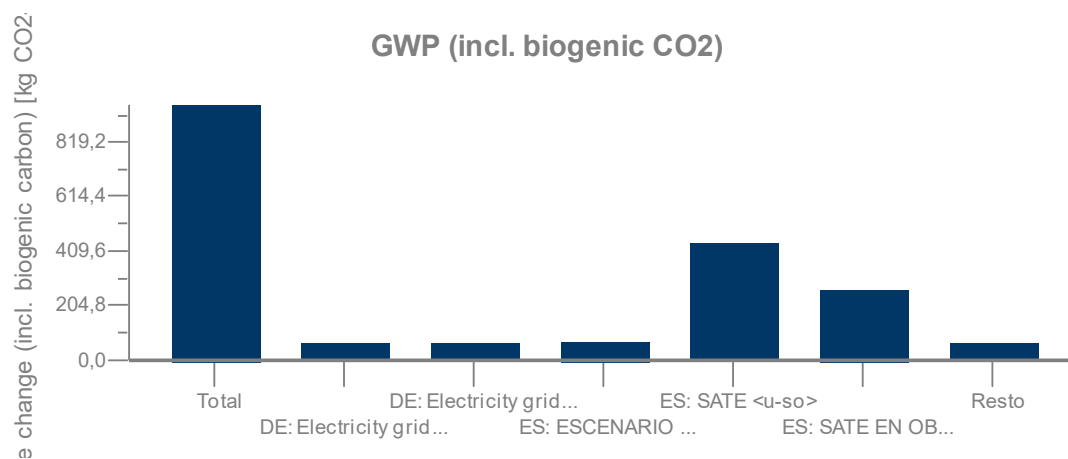
Resource depletion, water [kg]
 

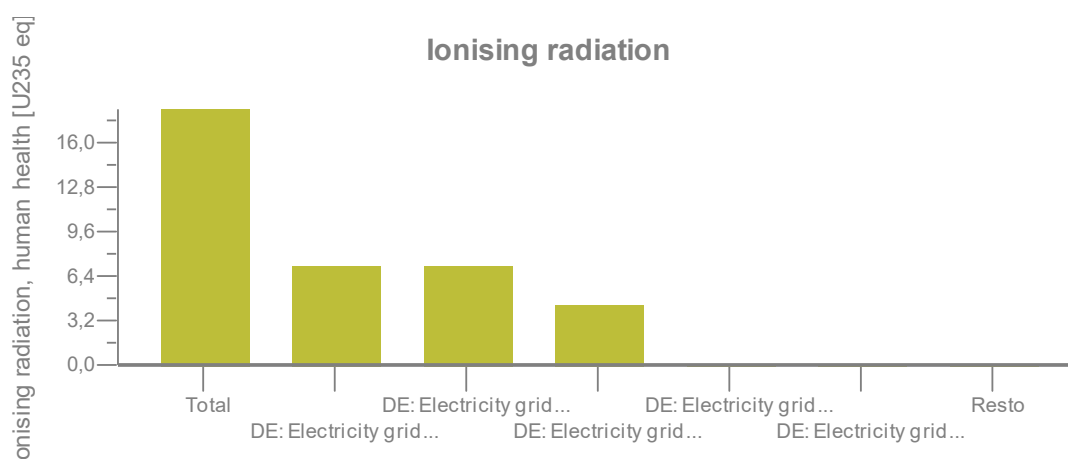
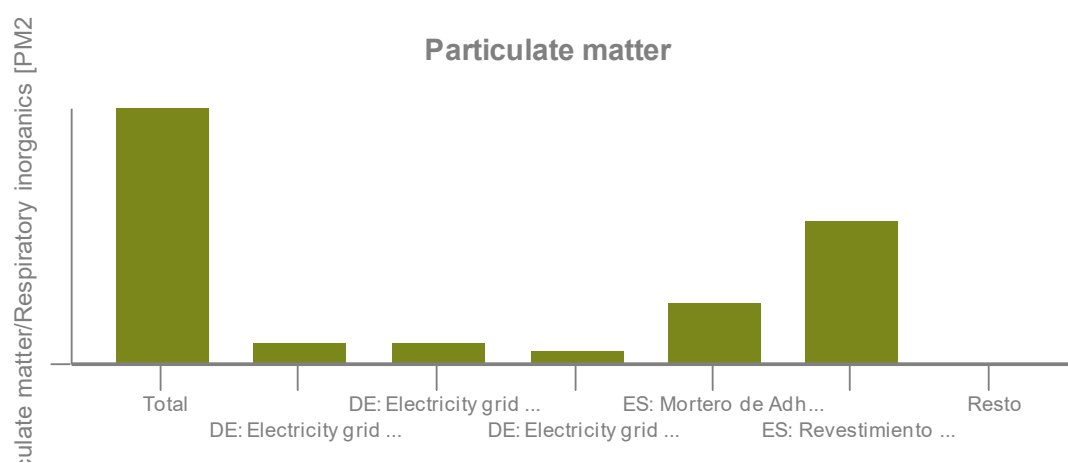
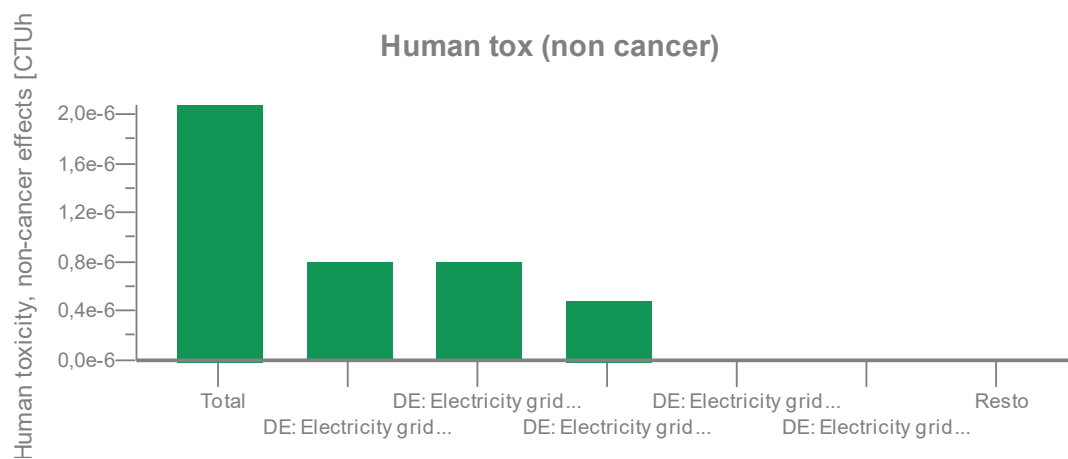
- ☒ ciclo de vida completo SATE

Resource depletion, mineral, fossil and renewable [kg Sb]
 

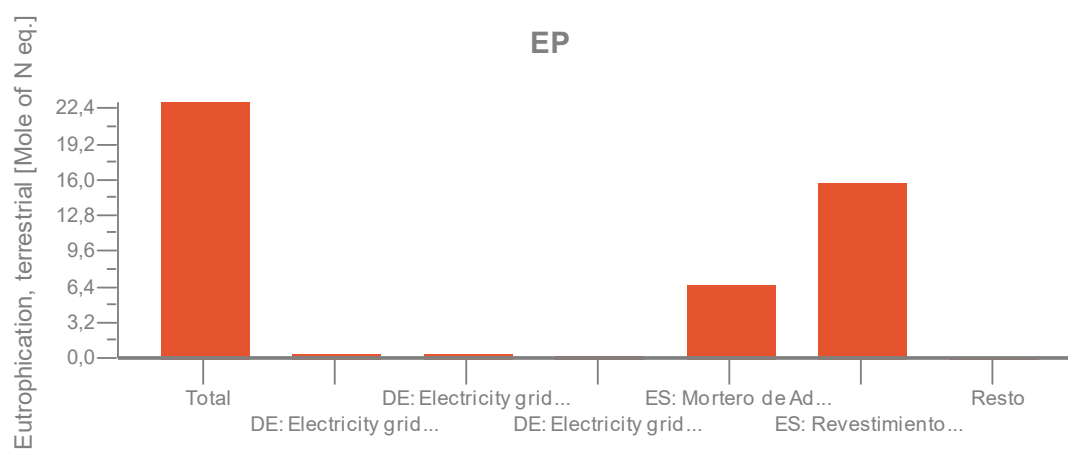
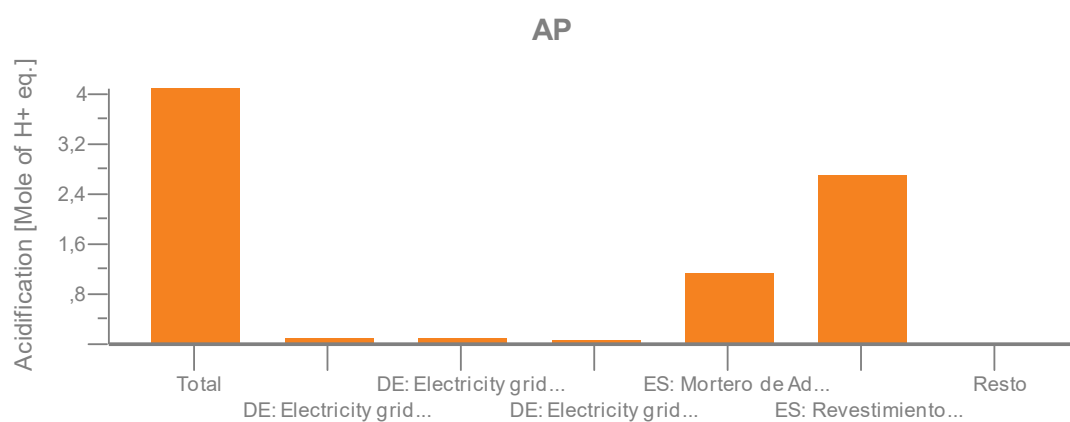
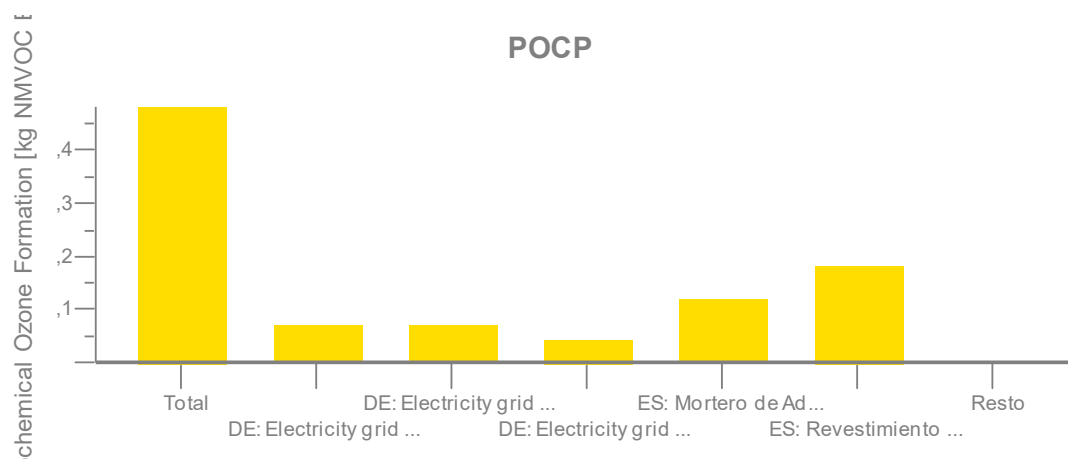
- ☒ ciclo de vida completo SATE

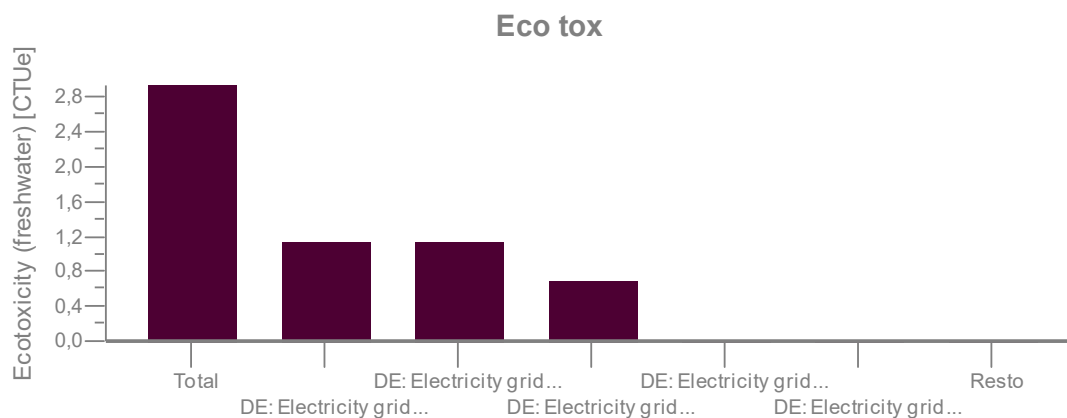
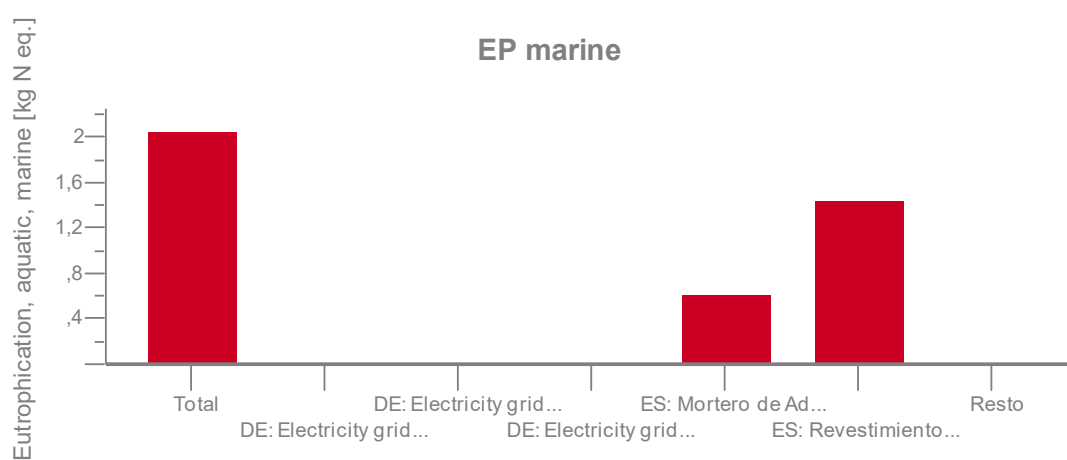
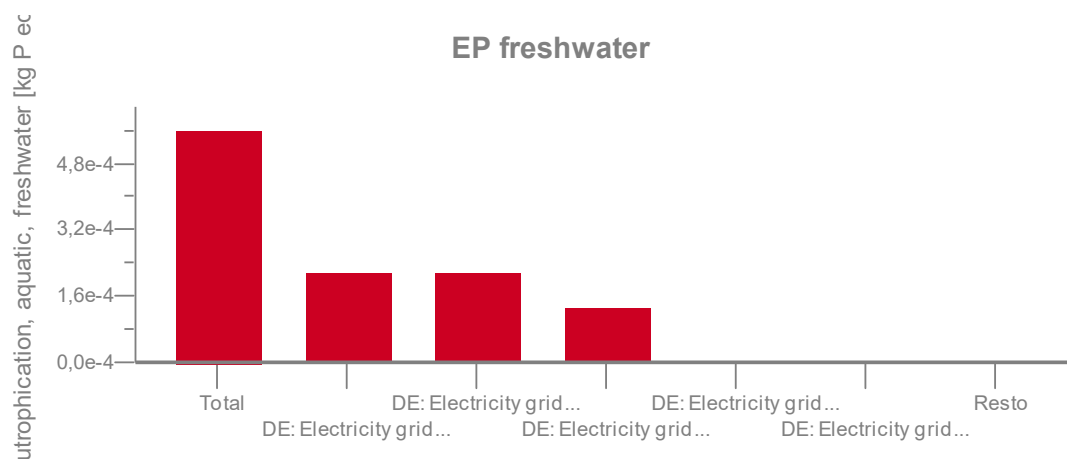
Imagen 6.4 Lista de las categorías de impactos que le pedimos que nos calcule Programa GaBi.  
Según Metodología ILCD  
Fuente Propia

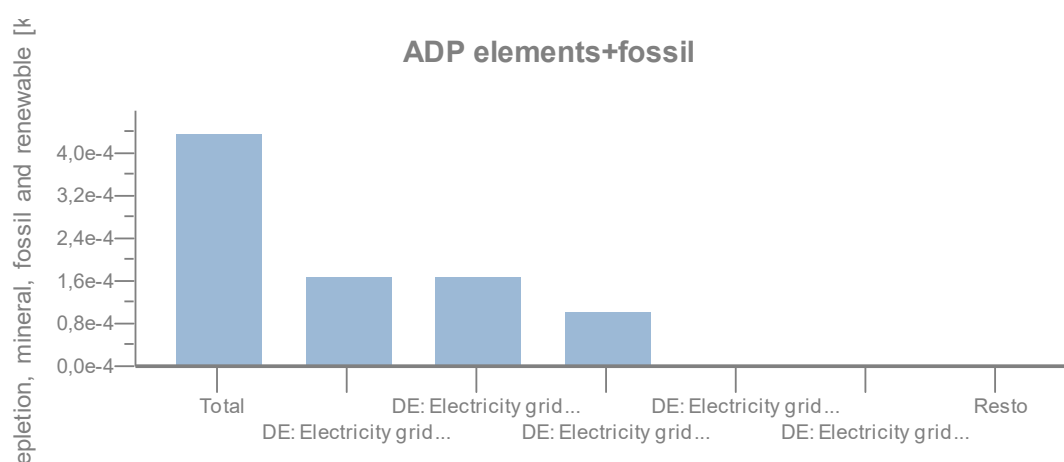
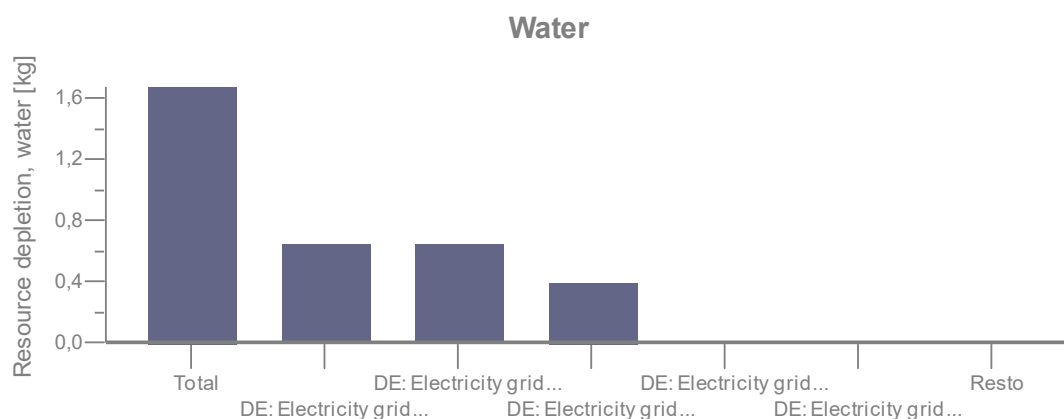












CATEGORÍA	INDICADOR	TOTAL
Climate Change (incl. biogenic carbon)	Kg CO2- Equiv.	954
Ozone Depletion	Kg R11 - Equiv.	9,45e <sup>-9</sup>
Human Toxicity, cancer effects	CTUh	1,08e <sup>-7</sup>
Human Toxycity, non-cancer eff.	CTUh	2,08e <sup>-6</sup>
Particulate Matter/Respiratory I.	Kg PM2	0,0505
Ionising Radiation	KBq	18,5
Photochemical Ozone Formation	Kg NMVOC Equiv.	0,58
Acidification	Mole of H + eq.	4,1
Eutrophication, terrestrial	Mole of H + eq.	22,9
Eutrophication, acuatic fresh water	Kg P Eq.	5,61e <sup>-4</sup>
Eutrophication, acuatic marine	Kg N Eq.	2,04
Ecotoxicity	CTUe	2,94
Resource Depletion, water	kg	1,67
Resource Depletion mineral fossil and renewable	Kg Sb - Eq.	4,35e <sup>-4</sup>

Tabla 6.3 Evaluación de las categorías de impacto (ILCD 2011) del SATE  
Fuente Propia

## 6.5.2 CML 2001

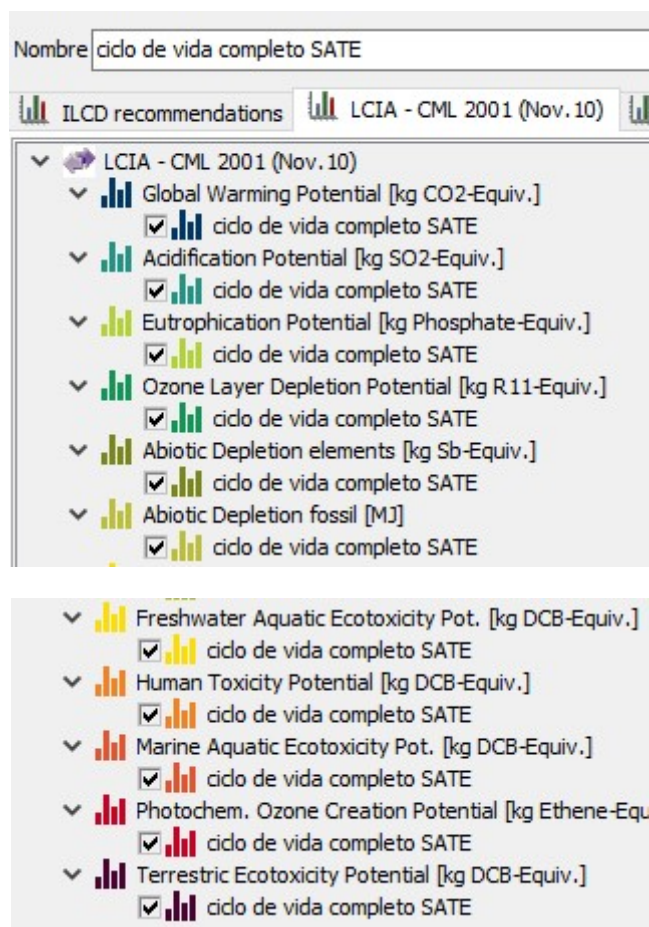
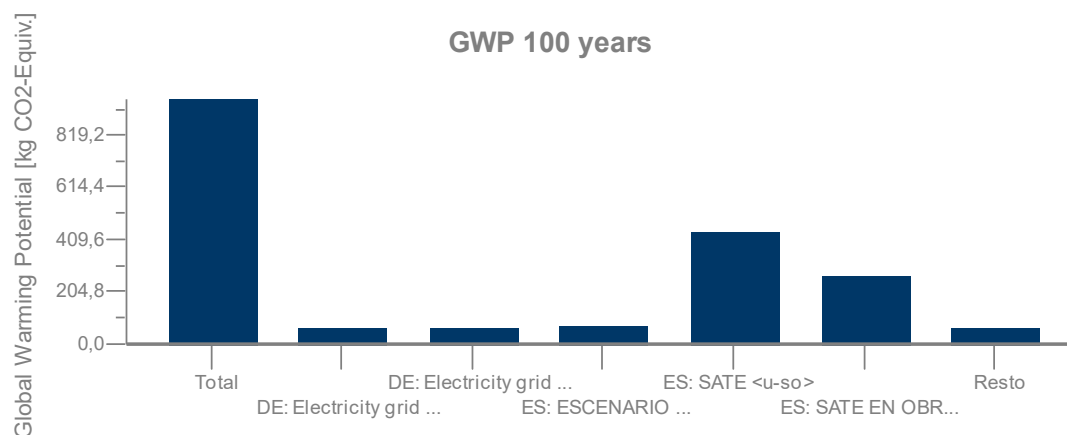
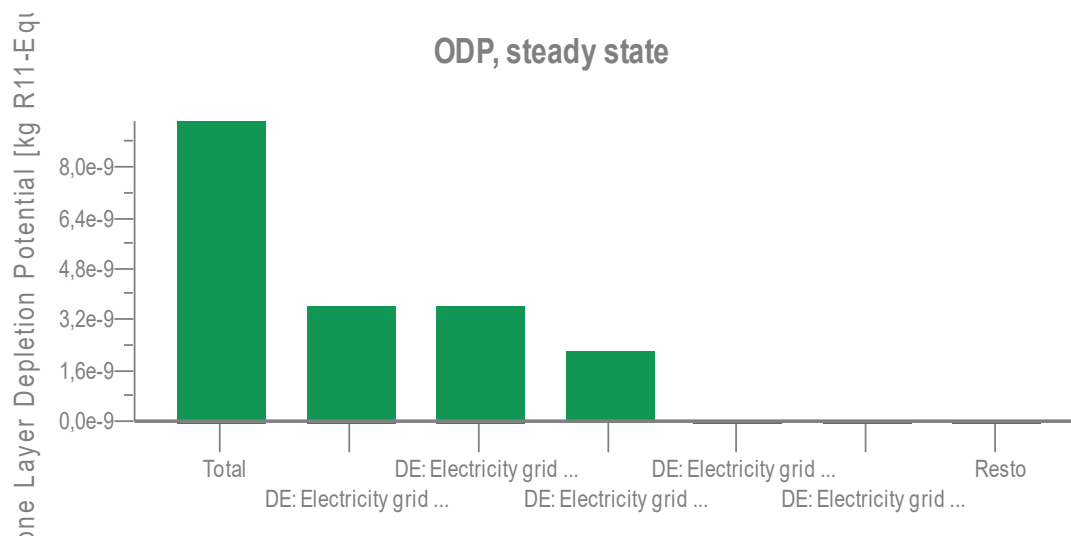
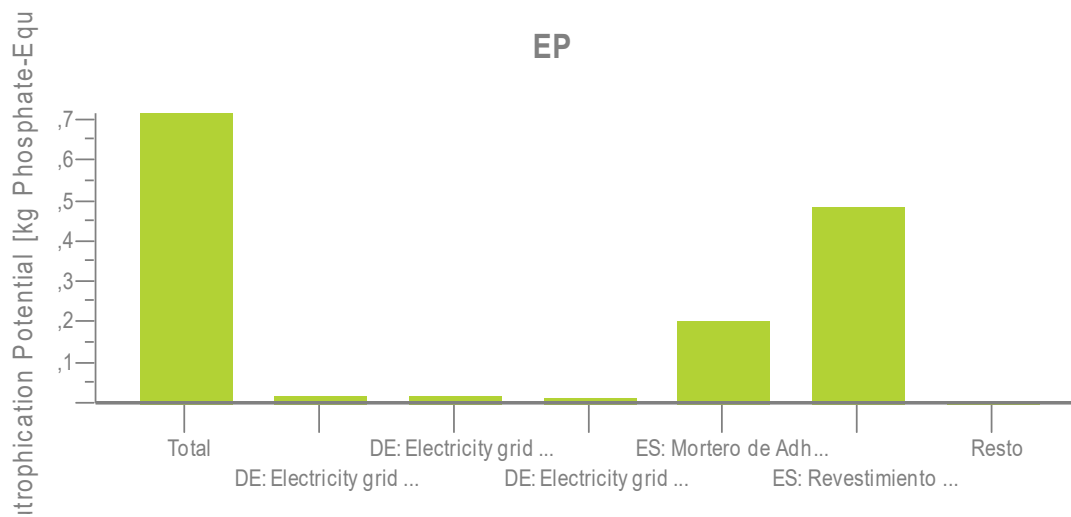
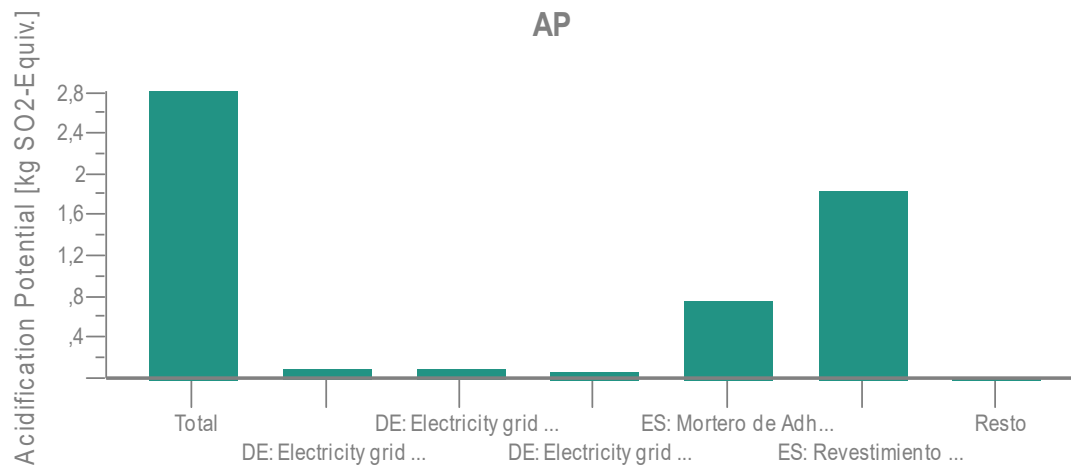
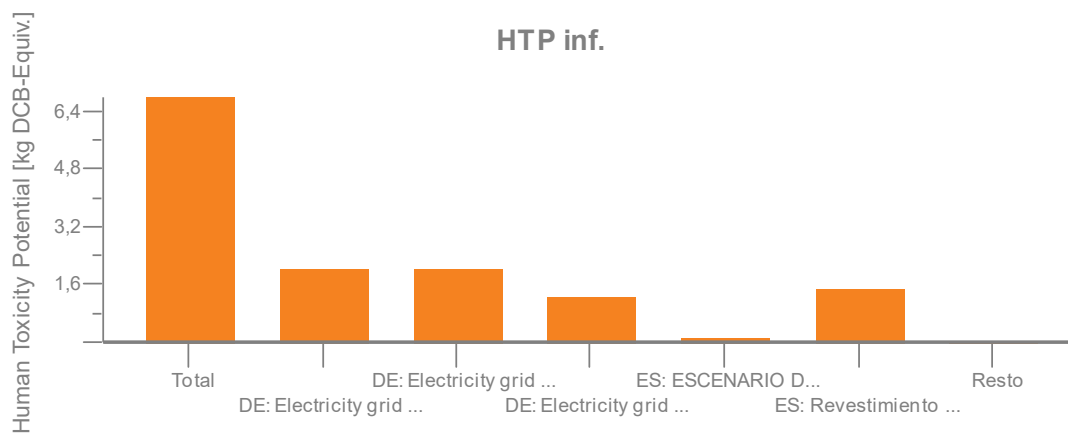
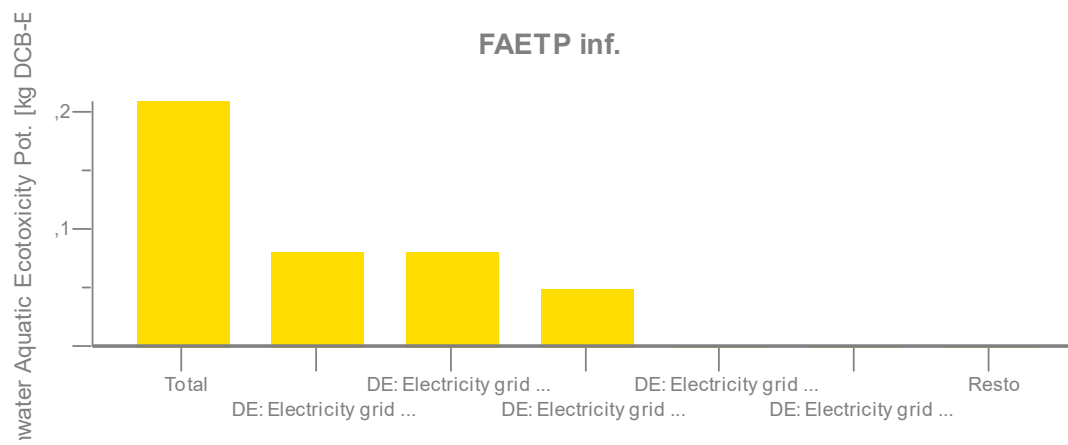
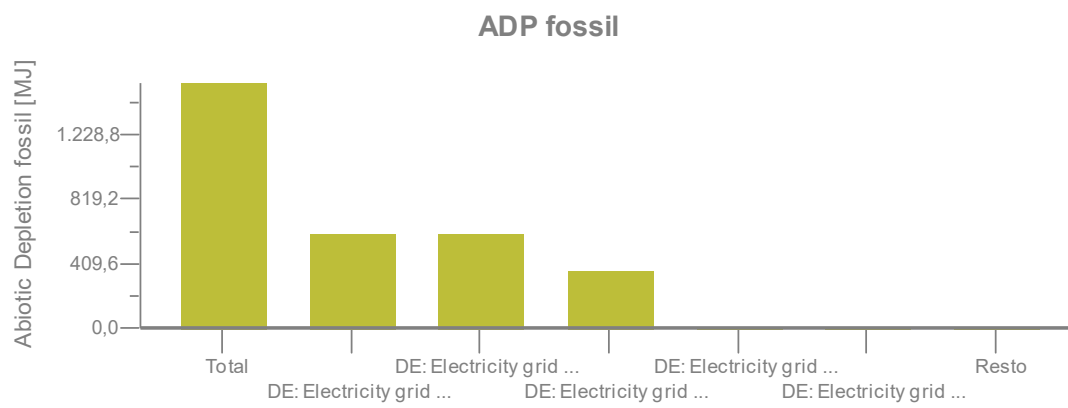
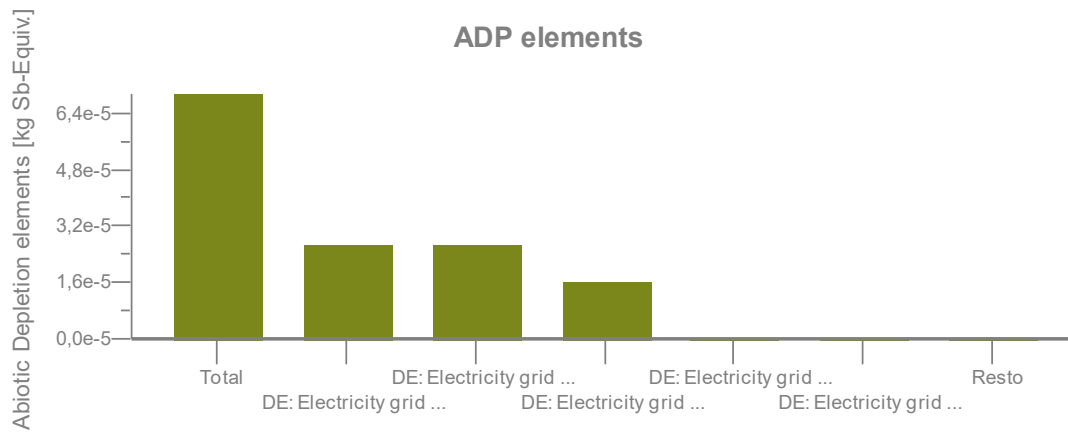
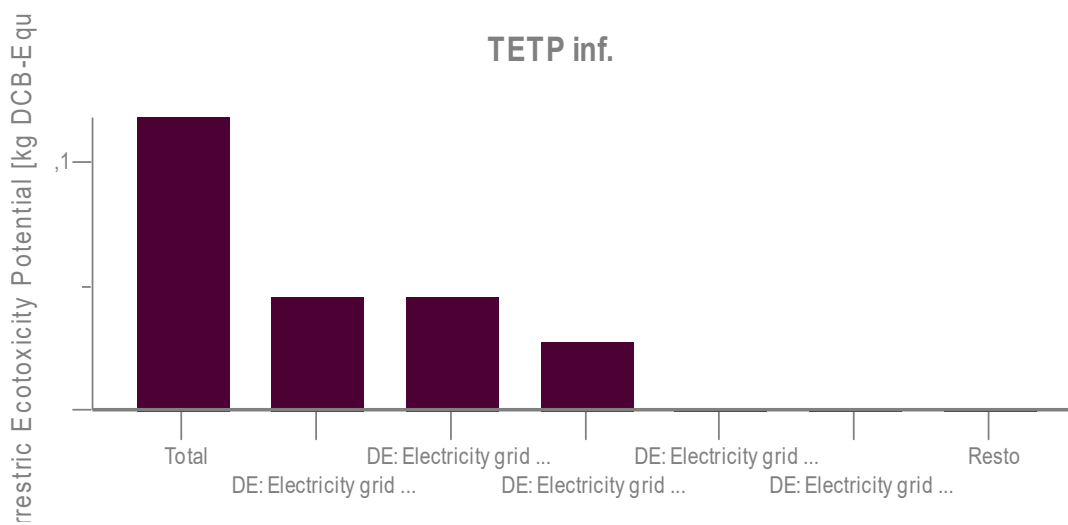
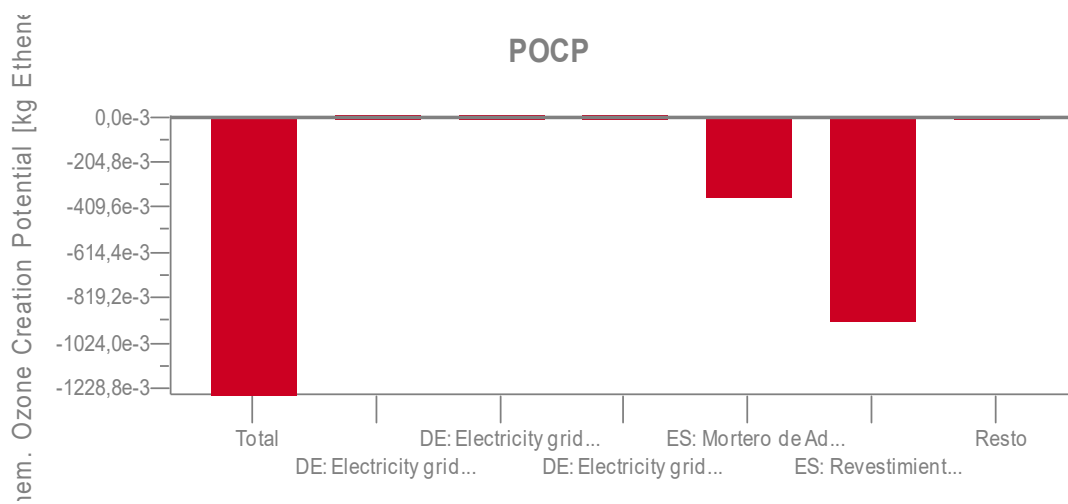
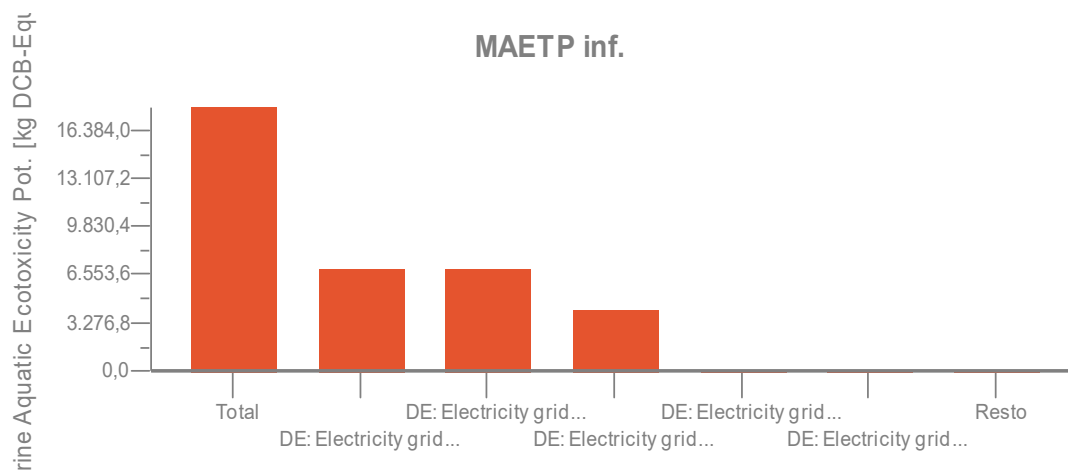


Imagen 6.5 Lista de las categorías de impactos que le pedimos que nos calcule Programa GaBi.  
Según Metodología CML 2001  
Fuente Propia









CATEGORÍA	INDICADOR	TOTAL
Global Warning Potencial	Kg CO2- Equiv.	954
Acidification Potencial	Kg SO2- Equiv.	2,81
Eutrophication Potencial	Kg Phosphate - Equiv.	0,716
Ozone Layer Depletion Potencial	Kg R11- Equiv.	9,45e <sup>-9</sup>
Abiotic Depletion Elements	Kg Sb - Eq.	6,95 e <sup>-5</sup>
Abiotic Depletion fossil	MJ	1,56 e <sup>003</sup>
FreshWater Acuatic ecotoxicity	Kg DCB- Equiv	0,21
Human Toxicity Potencial	Kg DCB- Equiv	0,678
Marine Acuatic Ecotoxicity	Kg DCB- Equiv	1,79 e <sup>004</sup>
Photochem Ozone Creation potencial	Kg Ethene - Equiv.	-1,26e <sup>003</sup>
Terrestic Ecotoxicity Potencial	Kg DCB- Equiv	0,118

Tabla 6.4 Evaluación de las categorías de impacto (CML 2001) del SATE  
Fuente Propia



## 7. DISCUSIÓN

Los aspectos a tener en cuenta para la elaboración de este apartado de Discusión, son la interpretación de los resultados obtenidos a la luz de la pregunta de investigación o de la hipótesis.

En primer lugar, quiero argumentar la autenticidad de los resultados obtenidos en este trabajo, ya que para la realización del mismo nos hemos basado en los datos proporcionados por la empresa.

Aún así comentar que hay posibles factores que han podido influir en los resultados, como son; ciertas consideraciones que se han introducido en el software, sobre todo en los relativo a las distancias en Km, que como bien explicamos anteriormente son hipótesis y no datos exactos. Y también los datos relativos a las cantidades de cada material, hay ciertos porcentajes que se han obtenido a partir de mediciones de peso de los componentes, realizados y proporcionados en las instalaciones de la empresa Weber Melide como aproximaciones.

La mayor contribución a los impactos corresponde a la fabricación del Revestimiento mineral (Weber therm Color) y en segundo lugar al Mortero de Adhesión (Weber.therm base) siendo las categorías de impactos con mayor trascendencia según la Metodología ILCD:

- Partículas/sustancias inorgánicas con efectos respiratorios nocivos sobre la salud humana debidos a las emisiones de partículas y de sus precursores.
- El Potencial de Formación de ozono fotoquímico por compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano Acidificación, como respuesta a la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, y como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera .

Con respecto a la Metodología CML 2001 valores muy similares siendo también las mayores contribuciones correspondientes a las etapas de fabricación de Revestimiento y el Mortero, en las categorías de impacto Acidificación y Eutrofización.

Me gustaría destacar que los resultados obtenidos se han comparado con los de otras investigaciones, en concreto con el Artículo de investigación "Análisis de Ciclo de Vida de una Nueva solución arquitectónica que mejora el rendimiento térmico de la envolvente del edificio: Fachada Natural Aljibe" (26), publicado en Informes de la Construcción Julio- Sept 2014. Y "Análisis de Ciclo de Vida para el ecodiseño del sistema Intemper TF de cubierta ecológica aljibe" (27), publicado en Materiales de Construcción Marzo 2013.

Estos artículos han estudiado el mismo fenómeno, y se han identificado hallazgos similares, sobre todo en lo que refiere a la evaluación de las categorías de impacto CML 2001.

## 8. CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado sobre los impactos ambientales asociados a las fases de Suministro de materias primas, transporte hasta fábrica, fabricación, transporte (hasta obra), transporte (hasta tratamiento de fin de vida), vertido, del SATE como la nueva solución de renovación de las fachadas en base a criterios energéticos y estéticos se llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ La contribución más importante a las categorías de impacto del ciclo de vida corresponde a la etapa de fabricación de los componentes que integran el Sistema.
- ✓ La mayor contribución a los impactos corresponde a la fabricación del Revestimiento mineral (Weber therm Color) y del Mortero de Adhesión (Weber.therm base) en este orden siendo las categorías de impactos con mayor trascendencia según la Metodología ILCD; Partículas/sustancias inorgánicas con efectos respiratorio nocivos sobre la salud humana debidos a las emisiones de partículas y de sus precursores. Potencial de Formación de ozono fotoquímico por compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano Acidificación: Pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera y Eutrofización. Con respecto a la Metodología CML 2001 valores muy similares siendo también las mayores contribuciones correspondientes a las etapas de fabricación de Revestimiento y el Mortero, en las categorías de impacto Acidificación y Eutrofización.
- ✓ La etapa del Proceso de fabricación del SATE es la de mayores emisiones producidas en la categoría de impacto del Potencial de calentamiento global, expresado en Kg de CO<sub>2</sub> equivalentes, para ambas Metodologías, CML como para ILCD, los impactos asociados a la etapa de transporte de fábrica hasta obra los de segundo mayor impacto y siendo casi despreciables los de la etapa de Fin de Vida
- ✓ De todos estos elementos, el que menor peso tiene sobre las categorías de impacto es la lana mineral. Tanto para la Metodología ILCD y CML2001
- ✓ Para la etapa de fin de vida (transporte y proceso de fin de vida) presenta, una contribución muy reducida al impacto de todo el ciclo de vida.
- ✓ Los consumos más grandes de CO<sub>2</sub>, están asociados a los transportes, y a las etapas de fabricación del cemento ya que los hornos tienen unos consumos enormes.

## **8.1 SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES Y MEJORAS:**

### **Información de utilidad para declaraciones ambientales de producto:**

De los resultados generados por el análisis de los impactos de ciclo de vida del Sistema Weber. Therm acustic acabado mineral en capa gruesa, se extrae información relevante para la elaboración de una DAP. La unidad funcional declarada es «1 m2 de SATE». Asimismo, se indica que los límites del sistema incluyen las siguientes etapas del ciclo de vida (según definiciones que aparecen en la norma UNE-EN 15804):

- A1. Suministro de materias primas,
- A2. Transporte,
- A3. Fabricación,
- A4. Transporte (hasta obra),
- C2. Transporte (hasta tratamiento de fin de vida),
- C4. Vertido.

### **Información de utilidad para mejoras por parte del fabricante:**

Así mismo, con el desarrollo de este análisis se ha obtenido información útil de los aspectos y componentes más problemáticos en el desempeño ambiental de la fachada evaluada, abriendo así el camino hacia posibles acciones de reducción de impactos en dichos componentes y sus procesos de fabricación, por parte del fabricante.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) International Energy Agency. (2011). *World Energy Outlook 2011*.  
[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/es\\_spanish.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/es_spanish.pdf).
- (2) Rivela, B., Cuerda, I., Olivieri, F., Bedoya, C., Neila, J. (2012). *Análisis de Ciclo de Vida para el ecodiseño del sistema Intemper TF de cubierta ecológica aljibe*. *Materiales de la construcción*, 63(309): 131-145, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2012.02611>.
- (3) Rivela, B., Moreira, M.T., Muñoz, I., Rieradevall, J., Feijoo, G. (2006) *Life cycle assessment of wood wastes: A case study of ephemeral architecture*. *Science of the Total Environment*, 357,
- (4) Norma ISO 14043 titulada "Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida", 2000.
- (5) AENOR. (2012). *UNE-EN 15804:2012 - Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categorías de productos básicas para productos de construcción*. Asociación Española de Normalización (AENOR).
- (6) Consoli, F. *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice*. SETAC-Europe Sesimbra, Portugal, 1993.
- (7) Clift, R. (1998) *Engineering for the environment. The new model engineer and her role*. *Process Safety and Environment Protection*, 76, 151-160.
- (8) Clift, R. (1997) *Clean Technology - The idea and practice*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 68, 347-350.
- (9) Azapagic, A. (1999) *Life Cycle Assessment and its application to process selection, design and optimisation*. *Chemical Engineering Journal*, 73, 1-21.
- (10) Norma ISO 14040 titulada "Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y Estructura", 1997.
- (11) Ministerio de Fomento - Gobierno de España. (2006). *Código Técnico de la Edificación CTE*.  
<http://www.fomento.gob.es>.
- (13) *Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste*, COM (2005) 666.  
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/strategy.htm>.
- (14) AENOR. (2006). *UNE-EN ISO 14040:2006 - Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. Asociación Española de Normalización (AENOR).
- (15) AENOR. (2006). *UNE-EN ISO 14044:2006 - Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices*. Asociación Española de Normalización (AENOR).
- (16) Carabaño, R., Bedoya, C., Ruiz, D. (2014). *Análisis de ciclo de vida de una nueva solución arquitectónica que mejora el rendimiento térmico de la envolvente del edificio: Fachada Natural Aljibe*. *Informes de la Construcción*, 66(535)
- (17) Muñoz, I., Rieradevall, J., Domènech, X. *Definición de la unidad funcional e implicaciones en el ACV. Análisis de ciclo de vida: Aspectos metodológicos y casos prácticos*. Editorial UPC, Valencia, 2005.
- (18) Norma ISO 14041 titulada "Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance y el análisis del inventario", 1998.
- (19) Norma ISO 14042 titulada "Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida", 2000.
- (20) WWF. (2011). *Observatorio de la Electricidad*. [http://www.wwf.es/que\\_hacemos/cambio\\_climatico/nuestras\\_soluciones/energias\\_renovables/observatorio\\_de\\_la\\_electricidad/](http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/nuestras_soluciones/energias_renovables/observatorio_de_la_electricidad/)
- (21) Goedkoop, M., Spriensma, R. (2000). *The eco-indicator 99. A damage oriented method for life cycle impact assessment*. p.142, Amersfoort, the Netherlands: Pré Consultants B.V.
- (22) Fullana, P., Puig, R. *Análisis de ciclo de vida*. Rubes, Barcelona, 1997.

- (23) *Categorías de impacto con los indicadores correspondientes de categoría de impacto y modelos de evaluación de impacto. (Fuente: "ILCD Handbook: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context" (2011); Recomendaciones 2013/179/UE (2013)).*
- (24) *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: First edition March 2010. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010*
- (25) *Life Cycle Assessment: principles and practice. National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency. 2006.*
- (26) Carabaño, R., Bedoya, C., Ruiz, D. (2014). *Análisis de ciclo de vida de una nueva solución arquitectónica que mejora el rendimiento térmico de la envolvente del edificio: Fachada Natural Aljibe. Informes de la Construcción, 66(535)*
- (27) Rivela, B., Cuerda, I., Olivieri, F., Bedoya, C., Neila, J. (2012). *Análisis de Ciclo de Vida para el ecodiseño del sistema Intemper TF de cubierta ecológica aljibe. Materiales de la construcción, 63(309): 131-145, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2012.02611>.*

## 10. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección del Centro y al Coordinador del MTES la ayuda recibida y rapidez en los trámites de Solicitud de las licencias de Software Gabi versión Education (necesaria para la realización de este proyecto) . Además de facilitarme la toma de contacto con la empresa Weber Melide.



A la empresa Weber SAINT -GOBAIN Melide, y en especial a la química de la empresa Elena Iglesias, por facilitarme minuciosamente todos los datos necesarios para el correcto estudio del SATE.



Se agradece el trato recibido y ayuda, por parte del Grupo de Soporte Técnico del Software Gabi Profesional. En especial a Carlos Arriaga por todas sus aclaraciones



Y al Instituto Superior de Medioambiente, que después de profundizar en la temática del curso "GaBi Herramienta de ACV", de manera directa o indirecta fui adquiriendo la formación técnica especializada necesaria, así como obtener las herramientas clave para la elaboración de este proyecto



## 11. ANEJOS

## GaBi Education Delivery

Magdalena Bammer

vie 19/02/2016 15:58

Bandeja de entrada

Para: Carolina Meire <carolinameire@hotmail.com>;

📎 1 archivo adjunto (516 KB)

GaBi\_Education\_Installation\_Instructions.pdf;

Dear Ms. Meire,

Congratulations on becoming a GaBi Education customer! We are very pleased to welcome you as a new or returning user and thank you for your confidence in our product. With GaBi software you are using the most trusted product sustainability solution by LCA practitioners on the planet.

### DOWNLOADING & INSTALLING YOUR SOFTWARE

Please see attachment for full installation details.

1. To download the software please click this download link: <http://downloadline-international.com/Files/79b724b0-abc0-4a59-8c47-e6340a6b3b42>

2. Unzip the contents of the download and proceed with the installation. After the installation you will be asked if you have a serial number and would like to activate or evaluate GaBi Education. Activate the software by selecting "I have a Serial Number and I want to activate GaBi Education" and enter the following code: B8be0-0bea3-80F6u-DXdDU-INlaQ-6rRD0

### CUSTOMER SUPPORT

- Video tutorials for your first steps in GaBi  
Use the video tutorials in the [GaBi Learning Centre](#) for an introduction to using GaBi! **NEW:** Learn all about scenario modelling and creating interactive reports for eco-design with GaBi.
- Technical support  
For technical enquiries around installation and activation please visit [the FAQ section on our website](#) or email [support@gabi-software.com](mailto:support@gabi-software.com). Please note that we cannot provide individual modelling support.
- GaBi Education community  
Join the GaBi Education community - [follow us on Facebook!](#)

Have fun working with GaBi!

Your GaBi Education Team

---

GaBi Education Team

E-Mail [education@gabi-software.com](mailto:education@gabi-software.com)  
Internet [www.thinkstep.com](http://www.thinkstep.com)

Place of Incorporation/Sitz der Gesellschaft:





CONTENIDO	Horas	Calificación
1. Introducción a la metodología del ACV y normativa	7	100.00
2. Definición y exposición de las distintas fases de un ACV. Evaluación de impacto	7	100.00
3. Metodologías de Evaluación de Impactos en un ACV	9	90.00
4. Herramientas para el ACV	14	94.00
5. Conceptos básicos de GaBi: Herramienta de software para ACV	7	90.00
6. Caso práctico guiado: Clip de acero	9	95.00
7. Caso práctico 1	10	100.00
8. Caso práctico 2	10	90.00
<b>TOTAL DEL CURSO</b>	<b>120</b>	<b>94.27</b>

## Anejo III